CUADERNOS DEL SEMINARIO DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS Y FILOSÓFICOS DE LA UNAM

conciencia

nuevas perspectivas en torno a un viejo problema

Víctor Manuel Alcaraz Romero

José Luis Díaz

Ruy Pérez Tamayo

Eugenio Frixione

Jorge Flores Valdés

Néstor A. Braunstein

Eugenio Frixione

coordinador

CUADERNOS DEL SEMINARIO
DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS
Y FILOSÓFICOS DE LA UNAM
2

CONCIENCIA
NUEVAS PERSPECTIVAS EN TORNO A UN VIEJO PROBLEMA

por
VÍCTOR MANUEL ALCARAZ ROMERO
JOSÉ LUIS DÍAZ
RUY PÉREZ TAMAYO
EUGENIO FRIXIONE
JORGE FLORES VALDÉS
NÉSTOR A. BRAUNSTEIN

coordinador
EUGENIO FRIXIONE

siglo
veintiuno
editores

siglo xxi editores, s.a. de c.v.
CERRO DEL AGUA 248, ROMERO DE TERREROS, 04310, MÉXICO, D.F.

siglo xxi editores, s.a.
TUCUMÁN 1621, 7º N, C1050AAG, BUENOS AIRES, ARGENTINA

siglo xxi de españa editores, s.a.
MENÉNDEZ PIDAL 3 BIS, 28036, MADRID, ESPAÑA

BF311
C65
2007 *Conciencia : nuevas perspectivas en torno a un viejo problema* / por Víctor Manuel Alcaraz Romero … [et al.] ; coordinador Eugenio Frixione. — México : UNAM : Siglo XXI, 2007
126 p. — (Cuadernos del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos de la UNAM ; 2)

ISBN-13: 978-970-32-5110-0 (UNAM)
ISBN-13: 978-968-23-2731-5 (Siglo XXI)

1. Conciencia. I. Alcaraz Romero, Víctor Manuel, colab. II. Frixione, Eugenio, coord. III. Ser.

primera edición, 2007
DR © universidad nacional autónoma de méxico
isbn 13: 978-970-32-5110-0
en coedición con
siglo xxi editores, s.a. de c.v.
isbn 13: 978-968-23-2731-5

derechos reservados conforme a la ley
impreso y hecho en méxico

PRESENTACIÓN

El Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos de la Universidad Nacional Autónoma de México fue fundado el 21 de febrero de 1955 por tres ilustres universitarios: el lógico y filósofo de la ciencia Eli de Gortari, el astrónomo Guillermo Haro y el filósofo Samuel Ramos, con el primero de ellos como coordinador. El Seminario se dedicaba, según escribió el propio De Gortari en 1963:

> a la discusión de los problemas que se plantean en la investigación científica contemporánea, tanto en sus métodos como en la interpretación de sus resultados, y lo mismo respecto de sus fundamentos a las cuestiones relacionadas con las fronteras entre unas disciplinas y otras. En consecuencia, los trabajos del Seminario se encauzan hacia el esclarecimiento de aquellos problemas que implican un interés general para los científicos y los filósofos, con el empeño de hacer un análisis crítico de ellos y un examen riguroso de sus posibles soluciones.

A lo largo de 40 años, el Seminario se reunió mensualmente (o casi) en diferentes recintos universitarios, y no pocas veces en las residencias particulares de algunos de sus miembros, en especial en el domicilio de De Gortari. La composición del Seminario siempre fue abierta y variable: bastaba con ser universitario y expresar interés en asistir para pasar a formar parte de la lista de miembros. En 1963, el doctor De Gortari señaló que el Seminario estaba formado por 225 profesores e investigadores.

Para los universitarios en general, el Seminario se identificaba con su actividad editorial: los famosos *Cuadernos*, con los textos de las exposiciones presentadas por sus miembros en las reuniones mensuales, los *Suplementos*, con artículos clásicos relacionados con los temas tratados y otros de interés afín, y los muchos libros de autores clásicos, científicos y filosóficos, que se publicaron por su iniciativa en la colección de la UNAM denominada *Problemas Científicos y Filosóficos*. La tarea del Seminario era característica y propia de la universidad, que como institución cultural, académica y multidisciplinaria tiene la posibilidad única de estimular el libre intercambio de ideas entre las

ciencias y las humanidades, lo que la transforma en otra de sus responsabilidades.

Con la desaparición de sus fundadores (el último fue Eli de Gortari, quien falleció el 29 de julio de 1991), el Seminario dejó de funcionar durante unos meses, hasta que, por iniciativa del rector José Sarukhán, se reorganizó y reinició una nueva época de actividades a partir de 1996. Para ello se elaboró un pequeño reglamento, se invitó a participar a 30 personalidades, académicos especializados en distintas disciplinas científicas y humanísticas, no todos pertenecientes a la UNAM, sino también a la UAM, al IPN y al Cinvestav, y se reiniciaron las actividades bajo los auspicios de la Secretaría General de la UNAM. La política seguida ha sido de puertas abiertas y la membresía se ha ido ampliando, de manera que en la actualidad se cuenta con cerca de 50 académicos miembros. El Seminario tiene un local fijo asignado en la Coordinación de Vinculación con el Consejo Universitario, en donde se llevan a cabo las sesiones mensuales; pero se han organizado ya varias sesiones abiertas a todo el público universitario en diferentes recintos de nuestra casa de estudios.

El Seminario también reinició su actividad editorial con la publicación de seis libros sobre temas de ciencia y filosofía, cuatro de ellos de miembros del Seminario y dos de autores de prestigio internacional. Esto ha sido posible gracias a la colaboración del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM y de la editorial Paidós. Hoy continuamos el camino que con tanta visión señalaron los fundadores para esta actividad universitaria, con la aparición de la nueva serie *Trabajos del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos.*

RUY PÉREZ TAMAYO
Director del Seminario

INTRODUCCIÓN

Entre julio de 2002 y febrero de 2003 las sesiones del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos (SPCF) estuvieron dedicadas a una discusión interdisciplinaria de diferentes interpretaciones actuales sobre uno de los problemas más antiguos y debatidos tanto en la ciencia como en la filosofía –la cuestión de la conciencia–. La iniciativa de abordar este controvertido tema surgió durante el ciclo inmediato anterior, en el que se examinaron las perspectivas vigentes en la mecánica cuántica, dado que una de las hipótesis más novedosas para explicar la conciencia se fundamenta precisamente en ciertos fenómenos cuánticos. La presentación de este modelo en sus vertientes neurofisiológica y física ocupó las dos primeras sesiones del nuevo ciclo, a las que siguieron otras cuatro enfocadas desde los puntos de vista de las ciencias cognitivas, del psicoanálisis, de la bioquímica y de la neurobiología general.

El presente volumen ofrece a los lectores interesados en este provocativo asunto el contenido de aquellas conferencias, adaptado libremente por sus autores al formato de capítulos independientes. El orden de los capítulos difiere de la secuencia original de las presentaciones orales, que por necesidad hubo de ajustarse a las agendas individuales de los ponentes más que a las relaciones conceptuales entre sus respectivas disertaciones. En esta versión escrita de ese ciclo de seminarios se ofrecen en primer término las revisiones globales que examinan la complejidad del problema en sus diferentes facetas, y en seguida los textos que abordan aspectos más puntuales. Todos los participantes esperamos que el conjunto de exposiciones constituya una introducción actualizada y útil al tema.

Los miembros del SPCF queremos hacer constar aquí nuestro cordial agradecimiento a la licenciada Adriana Flores Licea y su equipo de trabajo en la Coordinación de Vinculación con el Consejo Universitario de la UNAM por el invaluable apoyo logístico prestado de manera sistemática para los fines del seminario.

EUGENIO FRIXIONE
Coordinador de este volumen

LA CONCIENCIA: ESE ESCARABAJO QUE LOS SERES HUMANOS DICEN TENER DENTRO

VÍCTOR MANUEL ALCARAZ ROMERO

CONCIENCIA ICÓNICA HUMANA Y REACCIONES MECÁNICAS EN LOS ANIMALES

El fenómeno de la conciencia, el darse cuenta de nuestro entorno, ha atosigado a los estudiosos continuamente. En la psicología *folk*, en esa serie de asertos que se dan en nuestra cultura para hablar de los estados que experimentan los seres humanos, la conciencia consiste en un conjunto de representaciones más o menos icónicas de los objetos que son captados primordialmente por la vista. Obviamente, se dice que la actividad de los cinco órganos de los sentidos forma parte también de la conciencia, pues nos damos cuenta de los sonidos, los sabores, los olores y las características de los objetos recogidas por el tacto. Para la vista, la representación icónica parece no tener mayor problema. Se nos aparecen así, visualmente, en la conciencia, cuadros de las cosas, de la misma manera que hay representaciones pictóricas hechas por los seres humanos o existen fotografías de los objetos. Sin embargo, cuando se pretende dar cuenta de la recepción de otras energías del ambiente, distintas a las energías electromagnéticas que se encuentran dentro del espectro visible, la psicología *folk* titubea. ¿Cuál es la representación de un olor acre? ¿Como aparece en la realidad, el sonido escuchado? A cualquier sustentante de la psicología *folk*, y en nuestra vida cotidiana somos todos seguidores de esa clase de teorías psicológicas, pensar que el sonido son compresiones y rarefacciones que tienen lugar en el aire resulta un tanto extraño. Igualmente cuesta trabajo aceptar que los olores provienen de la llegada a la mucosa olfatoria de partículas desprendidas de los cuerpos, particularmente si se le dice a un individuo que el olor putrefacto que percibe es despedido por el cuerpo en descomposición de un animal muerto. Ante este tipo de sensaciones la explicación pictórica parece no servir. La predominancia de la vista en los seres humanos les impide concebir lo que Von Uexküll (1956) llamó la *Umwelt* de los animales, el mundo en el que viven y ante el

cual reaccionan, conformado por lo que sus órganos sensoriales captan de las energías ambientales que les rodean, lo cual hace que no necesariamente todas las especies se vean afectadas sensorialmente por las mismas energías y por lo tanto, cada especie vive en mundos diferentes. Concebir el mundo de un perro cuyo receptor sensorial más importante es el olfato y en el que a través de su audición atiende a mayores frecuencias sonoras que las que pueden activar al oído humano, queda fuera del alcance de las concepciones iconográficas representativas de nuestra cultura.

Cada ser humano adulto, perteneciente a la cultura occidental de nuestros días, se atribuye la capacidad de tener conciencia, le parece completamente natural la posibilidad de percatarse de la existencia de las cosas. Por analogía respecto de sus propias sensaciones, tiende a proyectar hacia sus congéneres de no importa qué época, ese ser consciente. La proyección de conciencia se hace igualmente hacia los animales, aunque no a todos, sino únicamente a los más cercanos a nosotros. Hay muy pocos seres humanos cuya extrema sensibilidad les haga sentirse condolidos por las contracciones de un molusco ante un agente irritante, pues en ningún momento suponen la aparición de dolor en esa clase de animales. No se plantea como un acto de voluntad consciente el que una planta puesta en una habitación se doble para orientarse hacia la luz del sol, más bien dicho movimiento se considera, meramente, como un tropismo.

¿Hay entonces diferencias en los seres vivos por las cuales algunos tienen conciencia y otros actúan con simples automatismos? Ya desde la Grecia antigua, Aristóteles *(On the motion of animals,* 701b, p. 236 de la edición de 1996) comparaba los movimientos de los autómatas, resultado de un juego de palancas y resortes, con los movimientos de los animales. En estos últimos, los huesos son como las palancas de madera y los tendones como los resortes de los muñecos automatizados. En el siglo XVII, De la Mettrie (edición de 1981), suponía que animales y hombres eran simples máquinas movidas por estructuras que ante una acción mecánica respondían con una reacción del mismo tipo. El comportamiento animal y el humano se diferenciaban, de acuerdo con Descartes (edición de 1980), porque la máquina humana era movida por un alma, en tanto que los movimientos de la máquina animal se llevaban a cabo sólo por especies de engranajes que permitían llevar el impulso ocasionado por una fuerza en el ambiente, a los diversos mecanismos de reacción existentes en el cuerpo, o sea, a la musculatura que mueve los miembros. En el esquema

cartesiano, el cual por cierto, permitió posteriormente plantearse, en los estudios fisiológicos, el llamado arco reflejo, es decir, un estímulo movía los nervios y esto ocasionaba la apertura de poros en el cerebro para dar salida a los espíritus animales que corrían por los nervios hacia los músculos, insuflándolos para provocar el movimiento.

LOS CONCEPTOS DE *PNEUMA* Y *ANIMA* COMO DEFINITORIOS DE LA VIDA EN LA ANTIGÜEDAD CLÁSICA

Las causas propuestas para el comportamiento humano, sea como reacción mecánica, arco reflejo o acto de voluntad consciente, tienen una larga historia que en otro lugar hemos reseñado (Alcaraz, 1985). Para los fines de este escrito presentaremos ahora, en forma sintética, una parte de esa relación, pues nos puede permitir analizar cómo poco a poco fueron cambiando las concepciones sobre el origen de nuestro actuar, para concebirlo no sólo como movimiento provocado o autopropulsado, sino también como un producto de nuestra voluntad y de nuestra autoconciencia, merced a una mezcla de descripciones, diferenciaciones de diversos tipos de comportamientos e intentos de explicación conformada a partir de metáforas sociales.

Los antiguos griegos encontraron una diferencia entre los seres vivos y los objetos inanimados. Unos se movían por sí mismos y otros necesitaban fuerzas que se les aplicaran para cambiar de posición. Para Aristóteles (*Physics*, edición de 1996), cualquier movimiento exige un agente que en contacto físico con el objeto, ejerza una fuerza sobre él, la cual debe mantenerse para que el movimiento continúe. Los seres vivos pueden moverse por fuerzas que les son inherentes.[1] Para Demócrito, esas fuerzas eran los átomos de figura esférica, los cuales

[1] En realidad Aristóteles pensaba que el movimiento de los seres vivos sólo era en apariencia llevado a cabo por ellos mismos, dado que en la base de todo movimiento estaba el motor inmóvil. En los animales y en el hombre, decía Aristóteles, los movimientos surgen de las articulaciones, uno de cuyos puntos extremos debe estar sin movimiento para que el otro realice el movimiento. Una fuerza debe ocasionar el movimiento. Esa fuerza puede venir de fuera o ser interna. La fuerza interna es el "*pneuma* connatural" que se expande y contrae y da lugar a gravedades y levedades iniciadoras del movimiento que de esa manera se lleva cabo a partir de un punto inmóvil (*On the motions of animals*, 703a. (10) edición de 1996, p. 238). En la versión inglesa en la que me basé para hacer la cita anterior, el término que se usa para "*pneuma* connatural" es *connatural*

constituían un fuego generador de animación. Leucipo, quien también pensaba que eran los átomos los productores del movimiento, señalaba a la respiración como la impulsora de esa actividad (véase la nota 1 y la relación que hace Aristóteles en su obra *Acerca del alma*, de los puntos de vista de varios filósofos sobre el motor que mueve a los seres vivos, libro I, capítulo II, páginas 137 a 143 de la edición de 1988). Anaxímenes, por su parte decía "…así como nuestra alma, que es aire… nos mantiene unidos, de la misma manera el viento (o aliento) envuelve a todo el mundo" (*cit.* por Kirk y cols., 1987, p. 233).

En general, la presencia de respiración, el *pneuma*, permitía en esos tiempos distinguir lo vivo, lo animado, de lo inerte o inanimado. *Pneuma* y *psique* son dos términos emparentados, pues en los cantos homéricos la psique es entendida como vida, aliento o exhalación. Jaeger (1980) por ejemplo, cita a Bickel quien señala cómo la frase de Homero ψυχην χαπνσσαι corresponde a la locución latina *animan efflare* o exhalar el alma, o lo que es lo mismo perder el aliento, pues el término latino *anima* se ha emparentado con la palabra griega ανεμος, viento. De esta manera, en *La Ilíada* podemos encontrar frases como "la vida (es decir la psique) de un hombre no puede hacerse volver, ni ser capturada otra vez por medio de la fuerza, después de haber cruzado la barrera de los dientes" (Homero, *La Ilíada,* Canto IX 421, p. 105 de la edición de 1996),[2] lo cual, es una forma metonímica de referirse a la pérdida del aliento.

La traducción de psique como el aleteo de una mariposa, también evoca el aire que funda la vida y que se escapa del cuerpo al tener lugar la muerte para ir al Hades en donde Ulises llega a ver los espectros de los fallecidos, figuraciones semejantes a los sueños, pues cuando el héroe homérico quiere abrazar el fantasma de su madre muerta no encuentra nada[3] (Homero, *La Odisea*, libro XI, 205, p. 410 de la edición de 1996). Este pasaje sólo puede entenderse si se tiene

spirit. Sin embargo, utilizo la palabra *pneuma* basándome en la cita que al mismo párrafo hace Düring en su obra *Aristóteles* (1987, p. 531) porque está más apegado a las ideas prevalecientes en los tiempos de Aristóteles, en los que los cuerpos vivos se distinguían de los no vivos por la respiración, el *pneuma*. El término de espíritu, como veremos después, se acuñó más tarde con las acepciones que ahora tenemos de él. Las contracciones y las expansiones mencionadas por Aristóteles se refieren a los movimientos respiratorios. El texto así se hace más inteligible que si se usa el vocablo "espíritu".

[2] En la traducción española de Luis Segalá se lee "no es posible prender ni coger el alma humana para que vuelva, una vez ha salvado la barrera que forman los dientes" (p. 162).

[3] Sin embargo se dirá que en el relato homérico, las almas que están en el Hades se

en cuenta que, para los griegos de los tiempos homéricos, con la muerte se acaba todo, no hay ninguna pervivencia del alma, en virtud de que ésta es sólo aliento. El término φαντασμα (fantasma), en griego, es una aparición, una iluminación del alma, especie de recuerdo, carece de la connotación actual de ese vocablo entendido sólo como la aparición de un difunto. Para los griegos, los fantasmas, las rememoraciones, podían ser de vivos o muertos. De esta manera, en la tragedia de Agamenón escrita por Esquilo (edición de 1982), la psique de Helena, su fantasma, se le aparece a Menelao después del rapto, como un recuerdo, una ilusión de sus sentidos. Los griegos del periodo homérico, no creían en la existencia de la vida después de la muerte. Los muertos van al Hades, localizado en el inframundo, porque ahí llegan sus cenizas. Los héroes perviven únicamente en la memoria de los hombres vivos, por ello buscan las hazañas gloriosas y la bella muerte, la muerte heroica. En los altares familiares el padre, en oficio sacerdotal, rinde culto a los antepasados para mantenerlos vivos en su memoria, para que sigan presentes como fantasmas, rememoraciones. Dado que en esa época no podía concebirse algo inmaterial, la existencia del vacío provocó acres polémicas. La especulación pitagórica empezó a plantear la pervivencia de las almas, pero como motitas de polvo exhaladas en el momento de la muerte que podían ser inspiradas por los recién nacidos. Esas motitas de polvo, por cierto, podían verse a la luz del sol como puntos brillantes que danzaban por el espacio (Rhode, 1983). Como veremos inmediatamente después, esas motitas de polvo podían ejercer acciones sobre los órganos de los sentidos y dar lugar a la figuración del espectro de un muerto.

El *pneuma* o el ánima movía a los seres vivos mecánicamente con los movimientos de la respiración. Las sensaciones igualmente eran consideradas un producto de los movimientos de los elementos físicos, según los distintos autores. Los atomistas griegos suponían que los átomos, esos constituyentes últimos del universo, chocaban con los órganos de los sentidos y el movimiento que provocaban venía a

abalanzan sobre la sangre del animal al que Ulises dio muerte en un acto sacrificial y que todos los muertos con los que habla, pueden hacerlo si se les vivifica permitiéndoles beber esa sangre. La sangre les imparte lo que esos seres perdieron con la muerte. Eso significaría que podríamos materializar nuestros recuerdos proporcionándoles los elementos de la vida. Más adelante vamos a ver cómo, efectivamente, en esas creencias antiguas están mezclados y poco diferenciados los cambios corporales de las imágenes o ídolos perceptivos.

ser la sensación. Las características de las diferentes sensaciones, las cuales se asemejaban a los rasgos de los cuerpos objeto de las actividades perceptivas, eran el resultado del hecho de que los átomos, en dichos cuerpos, estaban arreglados de una determinada forma y al desprenderse, mantenían esa forma hasta llegar al órgano sensorial. Constituían así, los llamados ídolos de los objetos (Ειδολα) que unidos a los ídolos del ojo daban lugar a lo visto. En el gusto, si los átomos eran viscosos y pegajosos, provocaban sabores amargos, si eran angulosos, sabores ácidos. Los átomos que rodaban tras la ruptura del aire con la emisión de voz, evocaban sonidos (véase Kirk y cols., *op. cit.*). Demócrito, según lo señalaba Aristóteles, creía que la visión resultaba del reflejo de un objeto sobre la parte lisa del ojo, pero cuando Aristóteles hace la crítica de esa concepción plantea un problema que después estará presente en las elucubraciones posteriores sobre la conciencia humana, pues se pregunta por qué "el ojo es el único que ve y ninguna otra de las cosas en las que se reflejan imágenes lo hacen" (Aristóteles, *On sense and the sensible,* 438a10, p. 675, edición de 1996). Igualmente, Aristóteles muestra su desacuerdo con Platón, quien en el Timeo (*Timaeus*, edición de 1996) señala que las sensaciones resultan de la unión de lo semejante con lo semejante, de ahí que la visión tenga lugar cuando el fuego interno del ojo se reúne con la luz que viene de un objeto externo y ambas luces entran en coalescencia para formar el objeto visto. Según Aristóteles, la sensopercepción es en realidad el resultado de los movimientos que proceden de los objetos, ya sea como emanaciones o como incitaciones (Κινεσις) que llegan a los órganos de los sentidos para ser actualizadas, dado que cada órgano sensorial es en potencia el órgano para producir una sensación, siendo entonces factible hablar del órgano de la vista diferenciándolo del acto que realiza,[4] pues el acto de la visión es la función del órgano. La visión está en potencia en el ojo para ser actualizada por el alma. De hecho, el alma de ese órgano visual es su potencia para actualizarse en la visión (Aristóteles, *On sense and the sensible, op. cit.*, 438b20, p. 675).

[4] Existe una coincidencia notable entre este planteamiento aristotélico y el señalamiento tautológico hecho por Skinner en la época moderna, de que la visión es simplemente la conducta de ver.

EMOCIONES, REMEMORACIONES Y SUEÑOS EN LOS ESCRITOS GRIEGOS

Además de las sensaciones que forman lo que ahora conocemos como conciencia y que ya vimos cómo en la Grecia clásica son consideradas como cambios materiales, hay otros fenómenos que compondrán lo que después será nuestra subjetividad, entendiendo por ésta, aquella actividad sensorial de la cual nos percatamos. Se trata de las ilusiones, las rememoraciones, las emociones, el placer, el dolor, los sueños y el pensamiento.

Las rememoraciones resultaban de aquellas marcas que los objetos dejaban sobre los órganos de los sentidos (Aristóteles, *On memory and reminiscence,* 450b, p. 691 de la edición de 1996), las cuales en ciertos estados se removían y daban lugar a que lo antes visto de nuevo se nos apareciera. Podía, así, haber ilusiones y en situaciones patológicas, alucinaciones, o como señala Aristóteles, podría suceder que hubiese quienes no distinguieran sus fantasmas como mnémicos, "como sucedió en los casos de Antiferón, de Oreo y otros" que por sufrir un desarreglo mental hablaban de "sus fantasmas como hechos de su experiencia pasada, como si los estuvieran recordando" (Aristóteles, *op. cit.*, 451a10, p. 692).

Las emociones eran igualmente vistas como movimientos, como cambios en el *thymos* (θυμος), esa alma que residía en nuestras vísceras, alteradas cuando los seres humanos se enfrentaban a peligros o eran afectados por determinados sucesos que les conmocionaban. En esos casos los movimientos observables eran los del corazón que latía fuertemente o las agitaciones respiratorias. El placer y el dolor, por su parte, aparecen, según Diógenes, debido a mezclas que se dan entre aire y sangre. Cuando una gran cantidad de aire se combina con la sangre se produce el placer, mientras que el dolor se presenta cuando la sangre sin aire se condensa, se coagula y se debilita (Kirk y cols., *op. cit.*, p. 622).

Los sueños, en los tiempos homéricos se consideraban realistas, sea porque se suponía que en la noche se introducían en el cuerpo los ídolos emanados por los objetos en una forma semejante a lo que ocurría en la vigilia (véase Demócrito, en Kirk y cols., *op. cit.*, pp. 595 a 597 para la percepción vigil de los ídolos de los objetos y Dodds, 1999, p. 105, para la consideración del término ονειρος como figura onírica y no como experiencia onírica), o bien porque mientras el sujeto dormía, el ídolo de una persona o en ocasiones la propia persona, se presentaban, la mayor parte de las veces, para comunicar un

mensaje. De ese modo, Penélope, en sueños, oye a su hermana que entró en su alcoba por la cerradura de la puerta para colocarse sobre su cabeza y decirle: "duermes Penélope con el corazón afligido, pero los dioses que viven eternamente no quieren que llores". Penélope le contesta dormida "a la puerta de los sueños", aunque lo hace intrigada por el hecho de escuchar la voz de su hermana, pues sabe que vive en otra parte. De todos modos, presta atención a su mensaje y a pesar de no recibir contestación a todas sus preguntas se despierta "con el corazón regocijado" después de que su hermana desaparece como "un soplo de viento" (Homero, *Odisea*, libro IV, 795 a 840, pp. 349 y 350 en la edición de 1996).

Este sueño es interesante por las diversas circunstancias en que ocurre. Penélope está "en la puerta de los sueños", así establece un diálogo con su hermana quien entró por la cerradura de la puerta y por ese mismo sitio se va como "un soplo de viento". En la versión inglesa utilizada por mí, se dice de su hermana que es una "oscura imagen del sueño", mientras que en la traducción española de M. E. Editores (edición de 1995) se menciona que se trata de un fantasma (pp. 71 y 72). Desde mi punto de vista la traducción española es más apropiada, pues debemos recordar que fantasma es una aparición o una iluminación. Penélope está en la puerta de los sueños, es decir, abierta a recibir las imágenes, los fantasmas o los ídolos. Éstos entran y desaparecen como soplos de viento. Podemos ver aquí inicios de las teorías democritianas en que los ídolos son llevados por el viento. Empero, el ídolo, en este caso, parece no haber sido una emanación, un efluvio del cuerpo de la hermana, sino una composición hecha por la diosa Atenea para utilizarla como mensajera.

En la Biblia también se encuentran muchos sueños realistas en los que una persona, un ángel comúnmente, un mensajero de Dios, llega hasta el durmiente para hacerle saber algo. Los ángeles no sólo se aparecen en sueños, sino también en la vigilia. En el Nuevo Testamento un ángel le anuncia a María, cuando ella se encontraba despierta, que va ser madre (Lucas, 26 a 31, p. 1271 de la edición de 1958), pero José, su esposo, recibe en sueños el mensaje de otro ángel que le indica que no debe recelar de su mujer por encontrarse embarazada aunque previamente no haya vivido con él, pues ese hijo ha sido engendrado por el Espíritu Santo (Mateo 19, 20 y 21 pp. 1205 y 1206, *op. cit.*). En el Génesis, Jacob, despierto, lucha con un ángel durante toda la noche y no es sino hasta el alba que el ángel, al no poder vencerlo, le toca un tendón para secárselo. Jacob queda cojo y

no sabe en principio con quién luchó, pero luego se da cuenta de que fue con el mismo Dios y por ello dice: "Yo he visto a Dios cara a cara…" y entonces llama al lugar en donde se llevó a cabo la lucha: Fanuel, que quiere decir vista de Dios (Génesis, 24 a 30, pp. 38 a 39, *op. cit.*).

LOS PENSAMIENTOS: VOCECILLAS ESCUCHADAS DENTRO DE NUESTRA CABEZA

Estas apariciones parecen estar en la base de lo que podríamos tomar como pensamientos. Jaynes (1987), en una obra intrigante plantea que al no existir en los tiempos antiguos el concepto de individuo, ni las capacidades introspectivas que posteriormente se desarrollaron, las propias acciones no se asumían como resultado de una decisión personal, sino que eran determinadas por los dioses, quienes se les aparecían a los humanos en múltiples formas y les ordenaban lo que debían hacer. De acuerdo con Jaynes, esas apariciones eran formas alucinatorias de las imágenes de poder cuyas voces constituían en realidad expresiones de un lenguaje interior proyectado hacia afuera. Jaynes aporta un gran número de ejemplos de esas apariciones con carácter admonitorio que están presentes en las culturas mesopotámica y egipcia y que en Grecia mueven a los héroes homéricos.

En la literatura neuropsicológica contemporánea encontramos igual planteamiento para el origen de los actos de voluntad. Según Luria (1963) los padres, durante la niñez, ejercen un control sobre la conducta de sus hijos. Ese control es las más de las veces verbal, mediante órdenes que deben ejecutar los niños. Dado que el lenguaje juega un papel muy importante en la dirección de nuestro comportamiento, el niño posteriormente se da órdenes a sí mismo, en un principio en voz alta para posteriormente hacerlo de manera cuchicheada y por último en la forma de pensamientos sobre lo que debe hacer o no hacer; de esa manera se llega al pensamiento formulador de planes del adulto.

El pensamiento, de acuerdo con Watson (1960) y Skinner (1957), resulta de una interiorización del habla en voz alta dirigida a los demás. Gracias a dicha interiorización se convierte en habla subvocal para uno mismo. El lenguaje, al hacer referencias a la realidad externa, adquiere, de los objetos a los que hace referencia, algunas de sus propiedades connotativas mediante un proceso de simple condicionamiento.

En el condicionamiento clásico (Pavlov, s/f) se ve que la asociación de dos estímulos hace que un estímulo neutral para la evocación de un tipo de respuesta, gane las propiedades evocativas que originalmente sólo eran propias del otro estímulo con el que se asocia, las cuales, generalmente, consisten en producir una respuesta de tipo reflejo presente en forma innata en el organismo. Esa capacidad evocativa del estímulo que produce respuestas innatas, motivo por el que se le denomina estímulo incondicionado, va acompañada también de propiedades que se han llamado reforzantes por el hecho de que dan solidez a la transferencia de su papel desencadenador de respuestas al estímulo que anteriormente no las generaba. Las propiedades reforzantes de los estímulos incondicionados tienen además una cualidad que en el esquema pavloviano se halla excluida: producen placer. Pavlov únicamente señala el hecho objetivo. Si se da comida después de la presentación de un estímulo neutral, dicho estímulo provocará después la misma respuesta salivatoria que antes sólo provocaba el alimento. La comida sabemos que es un estímulo evocador de respuestas innatas entre las que se cuentan no sólo la salivación o la secreción de jugo gástrico, sino también activaciones viscerales más amplias. Esas activaciones viscerales parecerían ser las que dan pie a la sensación subjetiva de placer. Las asociaciones entre el estímulo antes neutral y el estímulo provocador de respuestas innatas, permiten la transferencia de las dos propiedades evocativas del estímulo innato que estamos en este momento considerando: la de generar la respuesta antes provocada por el estímulo incondicionado[5] y servir de reforzante. En los esquemas de nuestra cultura: ocasionar el placer cuya búsqueda mueve el actuar humano. En los experimentos pavlovianos clásicos, el timbre se convierte, no sólo en generador de salivación por haberse presentado junto con la comida, sino también empieza a servir de reforzador vicario en un condicionamiento llamado de segundo orden y, entonces, da lugar a que otro

[5] En realidad el estímulo neutral que recibe el nombre de estímulo condicionado cuando adquiere la capacidad de generar la respuesta innata propia del estímulo incondicionado, no produce la respuesta incondicionada en su totalidad, sino más bien sus primeros componentes. La salivación condicionada no tiene las características de la incondicionada, la cual ha sido modificada por la naturaleza específica del alimento que en un momento determinado actúa sobre los receptores gustativos. La respuesta condicionada es una respuesta anticipatoria que se modificará a la recepción del estímulo incondicionado. Es importante tener en cuenta esto último para entender lo que trataremos de explicar después respecto de la naturaleza motora articulatoria vocal que para nosotros es el núcleo del pensamiento verbal.

estímulo que posteriormente se le asocie, por ejemplo una luz, evoque de igual modo salivación, haciendo, además que esa luz persista como estímulo evocador condicionado. La asociación inicial se extiende ahora para formar una cadena de varios eslabones: luz (estímulo condicionado de segundo orden), timbre (estímulo condicionado de primer orden y reforzador vicario), comida (reforzador primario productor de reflejos incondicionados). Tal cadena puede prolongarse hasta un punto en el que la transferencia de propiedades reforzantes ya no puede llevarse a cabo por la lejanía que hay entre el estímulo incondicionado reforzador primario y los subsecuentes reforzadores vicarios aprendidos. El condicionamiento proporciona así a los organismos un sistema de señales. Los estímulos que se asocian a los estímulos generadores de respuestas incondicionadas les sirven de anuncio y dan lugar a respuestas anticipatorias. Las respuestas condicionadas facilitan las adaptaciones de los organismos al ambiente, permitiéndoles anticipar estímulos beneficiosos para el mantenimiento de la vida y prevenir estímulos perjudiciales.

El lenguaje, de acuerdo con la propuesta pavloviana, se convierte igualmente en reforzador vicario condicionado, no por medio de condicionamientos de segundo orden, o de orden "n", sino como un nuevo sistema de señales que dicho autor denomina 2º sistema de señales o señal de señales, pues la palabra es una señal de una señal condicionada o incondicionada; es una referencia vocal a no importa qué estímulo físico que actúe sobre no importa qué modalidad sensorial. La distinción entre el lenguaje, 2º sistema de señales, y el conjunto de estímulos condicionados que funcionan como primer sistema de señales, reside en que las señales del lenguaje se constituyen en el interior del organismo, particularmente en el aparato articulador vocal, mientras que en el primer sistema, las señales aparecen externamente asociadas a los reforzadores primarios. Aquí habría que decir que las señales propioceptivas internas provenientes del aparato articulador vocal, asociadas a los sonidos que producen, los cuales, en cierta manera, se convierten en estímulos acústicos externos, vuelven del exterior de nuevo al organismo, al ser captados por el receptor auditivo. Con la invención de la escritura los estímulos propioceptivos articulatorios vocales, se convirtieron en señales externas visuales. Sin embargo, experimentalmente se ha comprobado que incluso en la lectura en silencio, siempre hay una actividad muscular articulatoria vocal encubierta, discernible sólo por procedimientos de registro electromiográfico (McGuigan y cols., 1964,

Sokolov, 1972). De hecho, cuando leemos en silencio y encontramos una palabra desconocida de difícil articulación, tenemos que pronunciarla en voz alta para mejor discriminarla visualmente. Además del componente propioceptivo de las señales del lenguaje, el segundo sistema se caracteriza por el hecho de que una señal, una palabra, no anuncia a un objeto particular específico, sino a categorías o clases de objetos. Por eso se le considera señal de señales. Ahora bien, al ganar el lenguaje propiedades reforzantes vicarias, se convierte en sustitutivo de la realidad, la cual empieza a ser manipulada simbólicamente. El ser humano adquiere así la posibilidad de mantener estímulos reforzantes que antes se le aparecieron como evanescentes, cuando actuaron sobre sus órganos sensoriales. La palabra sirve entonces para forjar realidades virtuales. El niño en sus juegos crea esas realidades y emplea su lenguaje para ganar reforzamientos vicarios. Lo hace en principio en voz alta, pero como ese hablar en voz alta perturba a los adultos, éstos tienden a suprimirla mediante castigos o admoniciones. Sin embargo, siendo el lenguaje resultado de actos motores del aparato articulador vocal, dichos actos motores pueden variar en magnitud y entonces convertirse, como ya previamente lo dijimos, en cuchicheados, para seguir produciendo sonidos que ahora no serán captados por los otros sino sólo por el hablante. Por último, terminan por desaparecer incluso como movimientos de los labios, dado que se quedan como respuestas subvocales, actos motores que únicamente son captados propioceptivamente, convirtiéndose ahora en "pensamientos". Esos actos subvocales son registrados propioceptivamente pero de manera condicionada también en forma auditiva por quien los produce. Es decir, los estímulos propioceptivos del acto motor subvocal evocan en el sujeto que los realiza, de manera condicionada, la percepción del sonido que acompañaba a la articulación motora cuando ésta tenía la magnitud suficiente para detener o modificar los flujos de aire expelidos por los pulmones, lo cual llevaba a que se convirtieran en habla audible escuchada por otros. Una ilusión surge entonces. Al pensar, creemos oír una voz que situamos dentro de nuestra cabeza (Alcaraz, 1993).

¿Por qué ubicamos esa voz dentro de nuestra cabeza? Esa localización es producto de años de especulaciones. El alma material de los griegos, la respiración, quedó situada en un tiempo en el diafragma y a su actividad se le atribuyó el impulso para la realización de las acciones humanas. También se le situó en el corazón. Todavía ahora contamos con expresiones como "lo sentí en mi corazón o me lo dijo

mi corazón". Platón y Aristóteles disputaron sobre en dónde se encontraba la sede del alma. Aristóteles, experimentalista, había descubierto que la manipulación del cerebro no provocaba reacciones, aunque el simple observar las consecuencias de los traumas cerebrales le debía haber llevado a darse cuenta de las afectaciones en la conducta que se producían por los golpes o las heridas en esa zona del cuerpo. Aristóteles observó que la vida se perdía cuando el corazón dejaba de funcionar, entonces concluyó que el alma debería de encontrarse asentada ahí. Platón, especulativo, planteó que como el alma era lo más perfecto, debería tener su lugar en la parte del cuerpo que más se acercara a la figura geométrica perfecta y puso la sede del alma en el cerebro. Ironías en la búsqueda del conocimiento. La experimentación falló y la especulación acertó por caminos completamente equivocados. Finalmente, esa especulación platónica, conservada, aunque modificada por métodos distintos a la especulación, condujo a plantear la actividad de las células nerviosas como responsable del control de nuestro comportamiento, cuando la experimentación fisiológica permitió descubrir que las respuestas reflejas eran el resultado de la actividad neuronal de la médula espinal y los comportamientos más complejos dependían de la corteza cerebral. De esta manera, el cerebro resultó para nuestra cultura el sitio en donde deben colocarse nuestros pensamientos y cuando pensamos creemos que es en el interior de nuestra cabeza en donde se encuentra esa vocecilla.

Finalmente, podríamos decir que el colocar a nuestros pensamientos en el interior de nuestra cabeza es una falsa ilusión, pues deberíamos situarlos como producto de la actividad de nuestros músculos articulatorios del aparato fonador. De todos modos, vemos que la voz exterior proyectada en un principio al exterior, presentándose como apariciones de los dioses, se ha ido acercando poco a poco adonde debemos situarla, en nuestro cuerpo, de ahí que ahora la coloquemos en nuestra cabeza en la forma de un pensamiento. La ciencia del futuro tendrá que decirnos cómo actividades musculares en magnitudes insuficientes para ser vistas y actividades neuronales en nuestro cerebro conforman ese complejo al que llamamos pensamiento.

Ahora bien, nuestro pensamiento no sólo es verbal y nuestra conciencia no únicamente está compuesta de pensamientos, sino la constituyen imágenes de cosas ausentes y presentes y sensaciones originadas por objetos que actúan en forma directa sobre nuestros órganos de los sentidos. Nuestra realidad es vivida como un conjunto de

luces, colores, objetos con determinadas configuraciones, sabores, olores, emociones de alegría o de miedo, sensaciones de dolor o de placer.

Los héroes homéricos ¿tenían esa conciencia, o se movían por ciegos impulsos? Los cantos de la época, producto de una tradición oral que fue recibiendo aportaciones e interpretaciones conforme pasaban los poemas de un aedo a otro, fueron recibidos en forma distinta por públicos con tradiciones y experiencias cotidianas muy diferentes. Por ese motivo, no nos pueden dar la información que necesitamos. Cuando esos cantos quedaron registrados en forma escrita, los términos utilizados habían adquirido otras connotaciones, en algunos casos, bastante alejadas de las que tenían en un principio. Todavía ahora resentimos esa dificultad al admirar una obra literaria, musical o escultórica antigua. Las cantatas de Bach tienen para nosotros un significado no igualable al que les fue atribuido en los medios religiosos en donde fueron escuchadas por primera vez y nos producen, oídas en los ambientes de las salas de concierto, o en nuestras propias casas, a través de los medios de reproducción electrónica existentes hoy en día, evocaciones relacionadas con nuestros conocimientos actuales sobre música, en donde estarán asociadas, en las distintas formas de nuestra apreciación musical, las composiciones de Stravinsky, Mahler, la música dodecafónica, el jazz, el rock, la música de los mariachis, los corridos y otros tipos de canciones populares. A la Coatlicue no la vemos de la misma manera a como la veían sus adoradores. Otro ejemplo sobre dificultades semejantes estaría representado en la traducción de las formas pronominales del español al inglés actual en donde no existen los usos reverenciales. Hacer entender a un lector inglés la familiaridad o la distancia social presentes en el "tú" o el "usted", con el simple *you* o precisar las diferencias entre el "ser" o el "estar" muestra el problema existente en el significado atribuido en cada cultura a los términos de su lenguaje (véase Lyons, 1997). Los términos relacionados con la conciencia tienen de modo más profundo ese carácter de intraducibilidad. Tenemos, entonces, que extraer las concepciones del yo, del sí mismo o de la sensación, de los análisis de las formas que se repiten, haciendo a un lado las que aparecen de vez en cuando, para acercarnos al mundo vivido en cada época.

REACCIONES CONSCIENTES E INCONSCIENTES

Podríamos suponer que los prehomínidos actuaban de manera predominantemente refleja, lo que significaría que los animales en general reaccionan sin conciencia de sus actos. Vamos a empezar haciendo una relación de ese actuar inconsciente que forma parte de nuestro comportamiento cotidiano en nuestra época para enfrentar mejor el problema de la conciencia. Buena parte de la actividad fisiológica de la que dependen nuestras vidas es inconsciente. Un conjunto de estímulos de diversa índole actúa sobre nuestros receptores y provoca respuestas de las que no nos damos cuenta. La actividad de nuestros órganos internos, salvo en el caso de ciertas perturbaciones gástricas o de agitaciones respiratorias o cardiacas, pasa por nosotros inadvertida. Las secreciones de jugo gástrico no las sentimos, aunque un paciente con una úlcera puede sentir los ardores originados por ese tipo de secreciones sobre la mucosa afectada.

La actividad visceral, sin embargo, puede llevarse al campo de la conciencia. Adam (1967) en sus experimentos sobre la estimulación interoceptiva, provocó distensiones duodenales por medio de un artilugio inflable insertado en los intestinos. Tales distensiones originaron reacciones electroencefalográficas consistentes en atenuaciones del ritmo alfa que mostraron que la distensión funcionó como un estímulo, pero que no pasó a la conciencia, pues los sujetos que participaron en el experimento señalaron no haber sentido nada. Sin embargo, cuando se asoció un reforzamiento a tales distensiones empezaron a ser percibidas por los sujetos. De hecho, este proceso es semejante al paso que se da de las distensiones vesicales evocadoras del reflejo de la micción en los niños pequeños, las cuales, luego, al convertirse en conscientes, dan lugar a una contracción del esfínter de la vejiga para evitar la emisión de orina. En los enuréticos la micción refleja permanece durante la noche, pero puede ser controlada mediante técnicas de condicionamiento consistentes en hacer acompañar las emisiones reflejas iniciales de orina por tonos que provocan el despertar, lo cual lleva progresivamente a que aprendan a descubrir la distensión y a inhibir la respuesta refleja.

El sistema nervioso autónomo está constituido por un conjunto de reacciones automáticas de ese tipo que permanecen en la sombra sin llegar a la conciencia. Podríamos hacer una larga lista, pero pondremos tan sólo unos ejemplos: ondas peristálticas y secreciones gástricas controladas por el sistema entérico, acciones de los músculos

del oído, el tensor del tímpano y el estapedio que incluso pueden dar lugar a filtrajes tonales que tampoco son diferenciados conscientemente. Dilatación o constricción pupilar, cambios en la curvatura del cristalino, la llamada conducta de foveación consistente en la producción refleja de movimientos sacádicos para llevar los estímulos recibidos en la parte lateral de la retina, en donde se concentran los bastones, a la zona foveal donde predominan los conos. Por cierto, esta conducta de foveación, si sólo nos atenemos a las características de los receptores, podríamos suponer que estaría integrada por dos componentes en la conciencia. El primero tendría que aparecer cuando son estimulados los bastones. Dado que este tipo de receptores sólo capta diferencias de intensidad en la luz y movimientos, nuestra visión en esos instantes debería aparecer con cualidades acromáticas, para posteriormente, una vez que los conos reciban las excitaciones lumínicas, aquéllas se conviertan en policromáticas. Empero, a pesar de esas dos posibilidades funcionales fisiológicas que secuencialmente se presentan, sólo nos quedamos con una, la de la visión cromática. La visión en blanco y negro de los bastones sólo se nos aparece conscientemente en la noche.

En el recuento anterior vemos que hay estímulos que pueden ser conscientes a través de un proceso de aprendizaje. Ése sería el caso de algunos estímulos viscerales, mientras que hay otros estímulos que según las circunstancias pueden ser conscientes o inconscientes. La visión de los bastones en el día resulta inconsciente, pero en la noche es consciente. ¿A qué se debe lo anterior? Granit (1955) hablaba de una ley de la relevancia, por la cual, ciertos estímulos pueden llegar a hacerse discriminativos. El gato, por ejemplo, carece de una buena discriminación cromática, pero como el autor mencionado lo demostró, por medio de un programa de aprendizaje pueden lograrse, en ese animal, mejores discriminaciones cromáticas. Es como si progresivamente se le aparecieran los colores a un animal que antes poco los veía. La ley de la relevancia está relacionada, entonces, con el papel del reforzamiento. Aquellos estímulos de las modalidades sensoriales que son neutrales por no servir de señal a un comportamiento incondicionado, pueden convertirse en relevantes asociados a estímulos generadores de respuestas reflejas incondicionadas.

Fenómenos parecidos a los descubiertos por Granit en el gato se han encontrado en los seres humanos. Los tzotziles no ven el anaranjado (Kopp y Lane, 1968), cosa que se demuestra haciendo variar diferentes longitudes de onda dentro del espectro visible y pidiéndo-

les a los sujetos que cuando vean un cambio en los colores mostrados, aprieten una palanca. En esas condiciones experimentales se observa que en el paso del rojo al anaranjado, el sujeto no da ningún apretón de la palanca y esto lo hace solamente cuando se llega al amarillo. Sin embargo, mediante un proceso de condicionamiento, se consigue la discriminación que antes faltaba, ya sea al hacer aversiva la luz anaranjada al mismo tiempo que se le da la oportunidad al sujeto de evitar con un apretón de la palanca simplemente ante la aparición de dicha luz, la estimulación aversiva que le acompaña, o bien proporcionándoles respuestas de designación de los colores a los sujetos, es decir, asociando una respuesta a la aparición de cada estímulo.

El lenguaje ayuda a la discriminación sensorial. Permite dividir continuos dimensionales, como se vio en el caso anterior que puede hacerse. Así, el continuo de la dimensión color puede descomponerse en diversos segmentos correspondientes a cada uno de los matices que discriminamos en nuestra cultura, pero que en otras culturas pudieran no estar presentes en la percepción visual. El lenguaje sirve, entonces, tanto para dividir como para conjuntar lo que pueda recibirse por así decirlo fragmentado. De esta manera, cada uno de los segmentos de un continuo que en el ejemplo que ahora utilizamos, podrían ser luces de diferente longitud de onda, es posible denominarlos como luces rojas, verdes o azules, pero al mismo tiempo, designar a esos tres estímulos diferenciados, con un término categórico como el de “color”.

EL LENGUAJE DE LA CONCIENCIA

Sapir y Whorf (véase Whorf, 1997) propusieron hace ya varios años que el lenguaje jugaba un papel fundamental en la conformación de la realidad. Su teoría recibió muchas críticas y el rechazo por un buen número de investigadores, pero recientemente ha cobrado otra vez relevancia. En el proceso de adquisición del lenguaje vemos cómo las palabras aprendidas le permiten al niño formar un estímulo complejo, llegar a percibir cómo una unidad, un objeto multidimensional es captado primero a partir de sus rasgos aislados. Todo ello sobre la base de confrontaciones con los estímulos de su entorno que por darse por primera vez, no dirigen la actividad discriminativa

a aquellos aspectos que para una determinada sociedad son relevantes. El niño, al desconocer lo que para su grupo es importante, en sus primeros encuentros con la gama de estímulos de su entorno, puede fijarse en aspectos que para él son demandantes en función de su intensidad o serle llamativos por experiencias previas particulares. Las sobreextensiones del lenguaje infantil muestran cómo el aprendizaje del habla se hace a través de tanteos, con errores y correcciones, pues la madre desconoce las captaciones sensoriales de su hijo y éste no sabe qué aspectos de un objeto que le muestra la madre son los que reciben el nombre que escucha. De este modo, una jarra de leche puede ser captada inicialmente como algo blanco y el niño asociar lo blanco con la palabra leche, extrapolando esa designación a otros objetos blancos y de ese modo llamar leche a la luna. La madre, por medio de sucesivas correcciones, logra que el niño asocie sus designaciones a lo que para la sociedad a la que pertenece es importante, en este caso y en la particular interacción que en ese momento la madre ha establecido con su hijo, al contenido de la jarra, pero en otras ocasiones pudiera haberse inclinado más bien a considerar el recipiente, la jarra misma. Un animal confrontado a esa misma situación estimulativa quizá sólo podría haberse interesado por el rasgo olfativo que le puede guiar hacia la leche. El lenguaje permite integrar los objetos complejos; facilita a través de las sucesivas correcciones a la sobreextensión referencial de una palabra, lo que nosotros llamamos síntesis multidimensionales o sea la integración de forma, color o disposición espacial de un objeto, así como las posibles manipulaciones que puedan hacerse con él, las cuales son agregadas a las integraciones sensoriales para determinar la funcionalidad de un objeto (Alcaraz, 1980).

El lenguaje entonces ayuda a nuestras discriminaciones sensoriales, permite su permanencia aun después de la desaparición del estímulo. Sirve para hacer consciente lo que sin la actividad designativa pudiera quedar fuera del radio de las cosas de cuya aparición nos percatamos. De hecho, las primeras experiencias infantiles no forman parte de los recuerdos sino hasta después de que ha ocurrido el aprendizaje del lenguaje. Es posible que, como ya lo dijimos, los prehomínidos, al no contar con el lenguaje, hayan actuado en respuesta a los estímulos en la forma en que lo hacemos cuando llevamos a cabo un acto completamente automatizado, o a la manera en que ocurren nuestras reacciones viscerales o un buen número de nuestras respuestas reflejas. ¿Querrá decir lo anterior que los animales,

como lo suponía Descartes (edición de 1980), son simples autómatas? ¿No tienen la experiencia del sabor, del olor, del placer o del dolor?

LA APARICIÓN DE LA CONCIENCIA DE SÍ

Generalmente proyectamos intenciones hacia los animales e incluso hacia las máquinas. Decimos, cuando ocurre un conflicto entre programas informáticos, que la computadora no entiende ciertos comandos. A los animales les atribuimos sentimientos y afecciones hacia nosotros, pero es muy probable que su búsqueda de caricias y de cercanía con sus dueños sólo esté incitada por el reforzamiento táctil recibido y por el reforzamiento vicario que proviene de la circunstancia, repetida muchas veces, de que son sus dueños los que les prodigan esa clase de contactos reforzantes. Sabemos bien a través de experimentaciones que no tienen conciencia de sí. Son incapaces de reconocerse en el espejo. Un perro puede gruñir a su imagen. El primer atisbo de esa conciencia de sí se ha podido observar en monos, a quienes sin que se den cuenta se les ha pintado en la cabeza un rodete de color y se observa que cuando lo ven en su imagen en el espejo, tienden a quitárselo o, en otros momentos, se ponen a gesticular para observar los cambios así producidos en su imagen (Gallup, 1970). El surgimiento de ese tipo de conciencia de sí, la de reconocerse en los espejos, podemos encontrarla en el curso de la larga historia del *Homo sapiens*, en los restos arqueológicos de esa clase de adminículos utilizados para el arreglo femenino y en la aparición de distintos adornos para el cuerpo. Pintar el cuerpo, hacerle modificaciones o proporcionarle agregados, ostentarlos, implica volverse sobre sí mismo, procurar hacerse más llamativo, utilizar el cuerpo como señal para otros, una conciencia distinta de los cambios en los caracteres sexuales secundarios producto de secreciones hormonales que permiten la discriminación entre los sexos en las distintas especies animales y en el hombre mismo y que en los animales sirven como anuncio de disponibilidad sexual hecha aparente en los periodos de estro. Las diferencias entre los señalamientos realizados por los humanos y los llevados a cabo por los animales residen en que los del cuerpo humano son cambios efectuados a través de objetos externos, las más de las veces, dirigidos a establecer órdenes jerárquicos,

mientras que los de los animales son principalmente fisiológicos, centrados sobre todo en la actividad reproductiva.

En tiempos anteriores a la aparición de la conciencia de sí, podemos decir que surgió otro tipo de conciencia, la de percatarse de las propias reacciones emocionales. Quizá, al principio, sólo fueron la ira, el llanto, el miedo, el placer y el dolor. Después, esas emociones fueron haciéndose más complejas. Progresivamente se agregaron a las reacciones más elementales, otras con un mayor número de componentes, constituidas en los distintos grupos sociales con características determinadas por las formas de interacción particulares existentes entre sus miembros. Se modeló, así, toda la gama de reacciones emocionales que podemos ahora ver en los seres humanos de nuestro tiempo, por ejemplo el odio, la vergüenza, el sentimiento de culpa, el amor y muchas otras. Incluso, algunas de esas emociones adquirieron modalidades especiales, como en el caso del amor, en el que encontramos distintos tipos: maternal, filial, romántico, etcétera.

Tal clase de modelamientos se debe a las interacciones sociales, así como las integraciones de respuestas que dejaron de manifestarse únicamente como una mera activación del sistema nervioso autónomo, expresadas a la manera de las fuertes pero breves sacudidas presentes en los sistemas viscerales en los animales. En estos últimos vemos cómo, ante un coespecífico que les ataca, presentan una reacción de rabia, la cual puede ser seguida, casi de inmediato, por una reacción diferente. Sabemos que esas reacciones son activaciones hipotalámicas que involucran al sistema límbico y al sistema simpático en general, y dependen tanto de los niveles de activación presentados en diferentes estructuras en el sistema nervioso como del tipo de estimulación ambiental en donde tengan lugar, originando reacciones de ataque, de huida o conductas de tipo predatorio. Por ejemplo, la estimulación eléctrica del hipotálamo produce la clásica reacción llamada de "falsa rabia" porque tan pronto como se suprime la estimulación, se suspenden todas las manifestaciones de la rabia. En los gatos, objeto de las primeras experimentaciones, se registraron erizamiento del pelo, siseos y amagos de ataque con presentación de las garras. Todo ese conjunto de respuestas terminaron inmediatamente, con sólo interrumpir los estímulos eléctricos aplicados al hipotálamo (Hess, 1954). Ese carácter transitorio llevó a los primeros experimentadores a aplicarles el calificativo de falsas. Es necesario señalar que su brevedad y su relación con una activación autónoma particular no sólo se da en condiciones de experimentación sino

también en los ambientes naturales, como respuestas ante estímulos cambiantes. Por cierto, esa labilidad de las reacciones, no sólo podemos verla en los animales, sino asimismo en los seres humanos. En la ontogénesis de los seres humanos nos encontramos con que los niños pequeños se pueden caer, sufrir lastimaduras, llorar, pero inmediatamente pasar a otro estado emocional si se les proporciona un dulce, momento en el cual desaparecerán sus lágrimas y mostrarán una cara sonriente. ¿Tal labilidad emocional, esa asociación estrecha a la estimulación del momento, diferenciaría las reacciones puramente viscerales, a lo mejor sin conciencia, de las reacciones duraderas de la emoción con componentes conscientes?

El tipo de estimulación recibida lleva a que intervengan estructuras cerebrales distintas. La intervención de más estructuras del sistema nervioso en la evocación de una reacción emocional, gradúa y modifica las expresiones comportamentales. Durante la estimulación hipotalámica, las conductas de ataque provocadas pueden dirigirse no sólo a un congénere, como es común en situaciones naturales, sino también hacia las presas. Los gatos se lanzan contra las ratas destrozándolas, pero si se suma a la estimulación hipotalámica una estimulación mesencefálica al nivel de la sustancia gris periacueductal, el ataque evocado adquiere una modalidad predatoria en el que la rata no es desgarrada como en el ataque, sino simplemente apresada (Flynn, 1967).

¿Estaremos en posibilidad, llegados a este punto, de considerar varias reacciones emocionales del tipo del ataque, las conductas predatorias, la huida, la eyaculación, como manifestaciones en los organismos de una activación en el sistema nervioso autónomo con un carácter muy elemental que pudiera tener o no, una contraparte consciente? ¿Qué diferencias habría entre las sensaciones sentidas y las no sentidas?[6] ¿La duración? ¿La labilidad? ¿El número de las estructuras cerebrales que intervienen? Acabamos de ver que la sustancia gris periacueductal atempera la reacción hipotalámica. De todos modos, sabemos que es necesaria la intervención de la corteza cerebral para que las reacciones controladas subcorticalmente adquieran un nivel consciente. Esto último podemos aseverarlo a partir del fenómeno de la visión ciega. Una lesión en la corteza occi-

[6] Sensación sentida parece un pleonasmo, pero por lo que llevamos dicho, podemos afirmar que hay diversas respuestas sensoriales bajo cuyo control se encuentran distintos comportamientos sin implicar, necesariamente, conciencia de lo sentido y de lo actuado, de ahí que sea conveniente hablar de sensaciones sentidas y no sentidas.

pital provoca ceguera, pero a pesar de que los pacientes con esta clase de lesiones dicen no ver, se comprueba que evitan obstáculos visuales. Esto sucede porque al nivel del mesencéfalo y del puente de Varolio se controla un conjunto de reflejos, entre ellos los movimientos oculares que llevan los estímulos de la retina periférica a la retina foveal para de ese modo asegurar su completa discriminación, e igualmente se integran en esa zona del sistema nervioso las reacciones a las diferencias de luminosidad y a los movimientos de los objetos. Así, en el mesencéfalo, en los colículos superiores, existen células nerviosas que captan las diferencias en luminosidad y los movimientos de los objetos. Los reflejos controlados por ese tipo de neuronas sensoriales permiten evitar obstáculos a los pacientes con visión ciega, la cual se hace sin atisbos de conciencia. Una explicación que se da es que a ese nivel no existen conexiones con las áreas de Broca y de Wernicke en la corteza cerebral, relacionadas con el lenguaje y, por lo tanto, dado que el lenguaje juega un papel importante para la aparición de la conciencia, la conducta presentada por estos pacientes queda en el nivel del reflejo (Weiskrantz, 1997).

Ahora bien, la clínica neurológica también nos muestra que la lesión de las áreas de Broca o de Wernicke conduce a problemas consistentes en la pérdida de la capacidad de producir o de comprender el lenguaje, según sean comprometidas, respectivamente, una u otra, pero eso no lleva a una disolución de la conciencia. La conciencia se mantiene en los afásicos. ¿Basta entonces la corteza cerebral para la permanencia de la conciencia? Hughlings Jackson, en relación con el dolor, hablaba de un dolor talámico difuso y poco diferenciado, al que designó con el término de protopático y de un dolor localizable y diferenciable que llamó epicrítico, el cual requería de la corteza cerebral. ¿Será entonces suficiente para una conciencia diferenciada la capacidad discriminativa de la corteza cerebral, y la actividad talámica de los núcleos mediales inespecíficos –en sus relaciones con la corteza cerebral– constituirá la base de una conciencia borrosa sin localizaciones ni consideraciones cualitativas, salvo las del dolor? La formación reticular del tallo cerebral, actuando igualmente sobre la corteza cerebral, ¿producirá sólo una vigilia con reacciones de las que no nos damos cuenta en un mundo que en una situación de sólo activaciones reticulares, sería para nosotros sin objetos, carente de rasgos cualitativos?

Mediante la simple observación en los laboratorios experimentales, les atribuimos componentes de conciencia a diversas reacciones:

Rabia, a través de la conducta observable en los experimentos de estimulación hipotalámica con gatos, debido al erizamiento del pelo, a los siseos y a la presentación de las garras. Placer, por la conducta de autoestimulación cuando los animales con electrodos implantados en las regiones diencefálicas, aprietan continuamente una palanca para estimularse dichas zonas del sistema nervioso. Observaciones menos controladas nos llevan también a considerar que un gato tiene placer cuando ronronea o miedo cuando huye de algo. Gracias a las técnicas experimentales, a lo mejor podríamos suponer que las estructuras diencefálicas dan lugar a una conciencia compuesta de las reacciones antes citadas: rabia y placer. Sería ésta la única conciencia de los animales. Pero si aceptamos lo anterior, ¿por qué excluimos de la conciencia las conductas discriminativas frente a los estímulos externos? ¿Acaso sólo la vista de un color en los animales con visión cromática o la recepción de un estímulo olfativo o gustativo, llevará a las reacciones automáticas que ya hemos visto se presentan en las respuestas propias de la porción cráneo-sacra del sistema nervioso autónomo?

GRADACIONES DE LA CONCIENCIA

Supongamos, por el momento, que sólo las activaciones del sistema nervioso más intensas, provocadas en las estructuras diencefálicas, conducen a la conciencia. Las emociones, cuya base se encuentra en el sistema límbico, serían entonces los contenidos de la conciencia animal. Vayamos por partes y comencemos con la conducta eyaculatoria para tratar de discernir en qué momento se convierte en orgasmo.[7] La conducta eyaculatoria es provocada en diferentes tiempos en distintas especies, dependiendo de un conjunto de factores: el riesgo de los animales de ser sorprendidos por un predador o los comportamientos de los congéneres en los animales que viven en grupos. La duración de la conducta eyaculatoria es generalmente corta; el tiempo requerido para que se produzca varía según la especie y según el lugar donde se realiza el acto sexual. Este último comienza con cortejos que los etólogos han descubierto están compuestos por patro-

[7] Podríamos plantear que conducta eyaculatoria, orgasmo y erotismo forman parte de un continuo con gradaciones distintas de conciencia.

nes de conducta aprendidos, en los cuales se integran acercamientos y retiradas o respuestas sustitutivas, al no poder alcanzarse la cópula de inmediato. Aproximaciones y retiradas representan reacciones a los estímulos presentes en cada momento. Una aproximación, por parte del macho, resulta de la discriminación de un estado de disponibilidad de la hembra y una retirada, por captar una respuesta agresiva de esta última ante la vista de un congénere cuyo comportamiento no es claramente especificado, pues puede tratarse de una aproximación de carácter agresivo o bien de naturaleza sexual. Todas esas respuestas representan activaciones de distinto nivel del sistema nervioso autónomo que muestran, además, cambios de estado transitorios en una oscilación entre el miedo y la excitación sexual. Pudiéramos pensar que no necesariamente tienen que ser conscientes. La cópula lleva a acentuar la activación sexual y la eyaculación representaría el clímax que pudiera ya bordear la conciencia. Es esa sacudida que decíamos podría estar presente en los animales como manifestación de un estado emocional. El comportamiento sexual de los seres humanos tiene, en un principio, en la etapa del cortejo, los mismos componentes de aproximación y retirada dirigidos por la percepción del comportamiento de la pareja sexual. Sin embargo, tanto al cortejo como a la cópula, se le agregan definiciones y representaciones sociales que convierten a la sexualidad en erotismo y que llevan a que las reacciones ya no sólo sean dirigidas por los estímulos del momento, sino por valoraciones simbólicas aportadas por todas las connotaciones del lenguaje referido a la sexualidad y a un nuevo estado emocional que es el del amor, presente en las relaciones duraderas que sustentan a la vida en pareja en las sociedades humanas.

Esas breves sacudidas, constituyentes de las reacciones emocionales de los animales, las podemos encontrar igualmente en los humanos. Decíamos que bordean la conciencia, en algunos casos, porque sin el lenguaje se quedan solamente como fuertes activaciones autónomas que incluso pueden no ser, siempre, totalmente resentidas, pero que ayudan por otro lado, a otro tipo de conciencia, la del descubrimiento de algunos de los estímulos del entorno. Esto ocurre por lo siguiente: hay un conjunto de estímulos que de manera refleja provocan la respuesta que les está establecida en la estructura del propio organismo. Éstos son los de la conducta consumatoria en la ingestión de los alimentos, en la defecación, la cópula, la retirada de los miembros de los estímulos que dañan los tejidos en el reflejo defensivo o incluso de todo el cuerpo en la huida, y la reacción con-

traria, el ataque. Pero existen otros estímulos, no relacionados directamente con las reacciones reflejas, cuya función sería más bien la de ocasionar respuestas anticipatorias. Generalmente son recogidos por los telerreceptores, la vista, el oído, el olfato. Su discriminación es importante porque previenen al organismo del advenimiento de los estímulos incondicionados asociados a la conducta refleja, y consecuentemente, le permiten adoptar otro tipo de respuestas de índole aprendida que les aseguran, en los procesos de condicionamiento, la mejor satisfacción de la conducta alimentaria, el logro de la conducta reproductiva y, en general, la supervivencia gracias a evitaciones de los estímulos nociceptivos.

El condicionamiento ayuda a hacer conscientes las estimulaciones, porque forma una especie de cadena excitatoria, agregando a las respuestas reflejas incondicionadas y a las respuestas condicionadas, otra respuesta. Esta última podemos explicarla mejor con el aprendizaje de parte de los animales domésticos del control de esfínteres. La defecación y la micción se realizan de manera refleja por estimulaciones vesicales y del recto. Sin embargo, los castigos dados a los animales para que hagan sus necesidades sólo en sitios predeterminados hacen que la estimulación vesical o la del recto, en lugar de provocar los reflejos a los que una y otra están ligadas, produzcan una respuesta contraria que al extender las asociaciones sinápticas por la introducción de otras respuestas (en el caso de la defecación la inhibición de la respuesta de relajación del esfínter anal y su contracción tónica, y en el de la micción la contracción del esfínter vesical externo y de los músculos del perineo que interrumpen los procesos de vaciado vesical reflejo), empiezan a propiciar el surgimiento de la conciencia. Igualmente, los reforzamientos, la entrega de comida después del estímulo condicionado o la cópula después de la olfacción, la vista de la hembra y la realización del cortejo, introducen cadenas de estímulos y respuestas que propiciarán mantener por más tiempo los estímulos recibidos por el organismo. Esto último lo examinaremos en algunos ejemplos humanos en los que, como ya vimos, la introducción de la palabra permite sostener los estímulos más allá de los momentos en los cuales ocurren las respuestas incondicionadas. En el ejemplo anterior del erotismo observamos un tipo de comportamiento que asegura la prolongación y el mantenimiento de un estado excitatorio y que, por lo tanto, da lugar a un tipo de conciencia diferente al de la sola eyaculación. Respecto de esta última podríamos atribuirle conciencia porque entra en un circuito de activa-

ciones nerviosas que involucran diferentes estructuras, desde las medulares hasta las del sistema límbico.

Si ponemos otro ejemplo, el de la cólera, veremos cómo ésta puede pasar de reacción diencefálica, a odio, emoción en la que están involucradas estructuras neocorticales por los significados agregados por la sociedad a la simple reacción de ira. En la literatura antigua predominan los episodios de cólera: en *La Ilíada* está la cólera de Aquiles, la de Agamenón y la de buena parte de los héroes homéricos. En la Biblia, la de Gedeón y en general la de todos los jueces. Son reacciones violentas que se manifiestan ante situaciones concretas: el que no se les permita a los héroes de *La Ilíada* mantener las esclavas ganadas en la guerra, o la muerte de Patroclo que hace a Aquiles vengarse cruelmente de Héctor arrastrando su cadáver y no permitiendo que recibiera los ritos funerarios. La descripción de esos arranques de cólera por parte de Aquiles, tras la muerte de Patroclo por la lanza de Héctor, muestran cómo seguían, al recuerdo del amigo muerto, los arrebatos emocionales:

Aquileo lloraba, acordándose del compañero querido, sin que el sueño que todo lo rinde, pudiera vencerle (24, 5)… al recordarlo prorrumpía en abundantes lágrimas; ya se echaba de lado, ya de pechos; y al fin, levantándose, vagaba inquieto por la orilla del mar… entonces uncía al carro los ligeros corceles y atando a él, el cadáver de Héctor, lo arrastraba hasta dar tres vueltas al túmulo del difunto Menetíada…" (24, 10, 15); (*La Ilíada*, edición de 1999). Tales reacciones se daban con una gran violencia, tanto el llanto como la cólera, sin la menor inhibición, aun cuando con las manifestaciones de esta última se estaban violando las más elementales reglas de respeto a los muertos aceptadas en aquellos tiempos. Lo mismo sucede con Gedeón quien en la guerra contra Madián y ante la negativa de los habitantes de Socot de darle de comer a sus tropas dado que no lo aceptan como vencedor, pues no tiene como rehenes a sus reyes, monta en cólera y jura vengarse diciéndoles: "Cuando el Señor habrá entregado en mis manos a Cebee y a Salamana, yo destrozaré vuestros cuerpos con las espinas y abrojos del desierto" (*Jueces* 8, 4, p. 267 de la edición de 1968) y efectivamente lo hace. La Biblia dice que "Cogió, pues, a los ancianos de la ciudad y destrozó y desmenuzó sus cuerpos con espinas y abrojos del desierto, arrasó también la torre de Fanuel, pasando a cuchillo a los moradores de la ciudad (*op. cit.*, 8, 16).

LA DESMATERIALIZACIÓN DEL ALMA Y LA AUTORREFLEXIVIDAD

Ya vimos en el ejemplo de Aquiles que también el llanto se da como reacción incontrolada. El miedo es igualmente una violenta sensación. ¿En qué momento la cólera deja de ser esa desenfrenada reacción que también está presente en los animales y se convierte en un sentimiento humano? ¿Cuándo el miedo se atempera o la cólera deja de ser reacción violenta? Según Platón lo hacen cuando empiezan a ser controlados por la razón y por las leyes (Platón, *La República*, edición de 1996). Razón y leyes, por cierto, establecen formas distintas de sujeción de las pasiones humanas. Las leyes son imposiciones que obligan al hombre a actuar de una determinada manera bajo la amenaza del castigo. La razón es una guía. Empezó a concebirse de esa manera a partir de un proceso muy particular. Recuérdese que el alma fue considerada como mera respiración dadora de vida. Pero hubo un momento en el que se desmaterializó, dejó de ser respiración y se convirtió poco a poco en una entidad distinta al cuerpo o a sus funciones.[8]

Condujeron a la desmaterialización del alma los excluidos de los cultos colectivos propiciados por las ciudades de la antigua Grecia, celebrados bajo la guía de las clases sacerdotales en grandes ceremonias públicas. Esclavos y mujeres se encontraban en esa situación de exclusión por lo que empezaron a llevar a cabo actos de culto a dioses traídos desde el extranjero. Los ritos dedicados a esos dioses implicaban la realización de danzas frenéticas y el uso de sustancias

[8] De hecho, el cambio del término griego de *pneuma*, respiración, por el vocablo latino de *spiritus*, se debe a san Agustín, quien al hacer la traducción de la Biblia del griego al latín, al llegar al término de *pneuma* eligió la palabra *spiritus*, señalando que Dios con su aliento, no sólo le había dado la vida a Adán, sino también le transmitió su sabiduría. En ese momento el alma ganó una propiedad más: la del conocer. En varios pasajes de sus obras, san Agustín justifica ese sentido que le da al soplo de vida de Dios. Así, por ejemplo, en el libro sobre la doctrina cristiana dice "…un hombre habla con más o menos sabiduría según haya progresado en el conocimiento de las Escrituras; ello no significa que deba mucho leer y memorizar, sino más bien comprender correcta y cuidadosamente, buscando los significados… viendo con los ojos de su corazón en el corazón de las Escrituras" (*On Christian Doctrine*, libro IV, cap. 5, p. 276 de la edición de 1996); o en otro pasaje cita el proverbio "El señor da la sabiduría: de su boca viene el conocimiento y la comprensión (*op. cit.*, libro III, cap. 37, p. 758). En el mismo sentido, en las Confesiones, se refiere a san Pablo, quien afirma: "Nadie puede conocer los pensamientos de Dios, sólo el Espíritu de Dios y lo que nosotros hemos recibido no es el espíritu del mundo, sino el espíritu que viene de Dios" (*The Confessions*, libro XIII, 31, p. 156 de la edición de 1996).

tóxicas que originaban experiencias de éxtasis muy particulares. En la danza o en el proceso de intoxicación se alteraba la respiración, había modificaciones en el ritmo cardiaco, aparecían sensaciones nuevas que se distinguían de las sensaciones corporales de la vida cotidiana y se mantenían incluso en estados de inmovilidad o durante el sueño en la forma de especies de salidas de sí. Los textos literarios hacen pensar que los participantes en los ritos tenían la sensación de que el alma parecía írseles del cuerpo por el hecho de que la respiración les daba la impresión de perderse y si esto podía ocurrir, entonces el alma, la insufladora de la vida, la fuerza que movía el cuerpo, debía ser algo distinto al cuerpo, con vida propia. Se explicaban de esa manera las sensaciones ocurridas durante el cuerpo inmóvil o bajo el sueño acompañado de delirios ocasionado por la intoxicación (véase *The Bacchae* de Eurípides, edición de 1996; Loisy, 1967; Rhode, *op. cit.*). De esa manera el alma empezó a adquirir una sustancia distinta, dejó de ser sólo respiración, se convirtió en inmaterial. Bajo esta última condición fue fácil dar el siguiente paso. El alma podía conservarse después de la muerte. Las restricciones de la vida cotidiana pudieron entonces sobrellevarse con dos nuevas creencias agregadas a la inmaterialidad del alma, la de su inmortalidad y la posibilidad de la felicidad futura, negada en el presente, pero ahora factible gracias a la inmortalidad de una sustancia que podía liberarse de las limitaciones impuestas por las condiciones del vivir actual.

Sócrates y Platón (véase el *Timaeus, op. cit.*) tuvieron una gran importancia en el proceso de sistematizar el conjunto de creencias surgidas en relación con el alma inmortal, convirtiéndola en una entidad inmaterial. El cuerpo pasó a ser su envoltura. Los actos realizados por el cuerpo quedaron bajo su control. Los movimientos de las vísceras cuya manifestación se daba en la forma de un deseo o una pasión, bajo la influencia de esa alma a la que se le dio el nombre de *thymos*, quedaron sujetos al control del alma inmortal regida por la razón. Las leyes establecieron un dominio de las reacciones reflejas inmediatas. Las leyes, sin embargo, fueron una sujeción externa impuesta a las reacciones de cólera que inducían a la violencia. Antes de las leyes, la sociedad controlaba el comportamiento mediante castigos inmediatos o por burlas hechas ante los errores cometidos. El castigo se da incluso en la conducta animal que cuando afecta a un coespecífico desata reacciones de rabia y ataques. La burla requiere del lenguaje, necesita de la risa, acciones éstas humanas. La respuesta a la burla se da en la forma de vergüenza. Para que el comporta-

miento quedara bajo el control del propio individuo, las leyes necesitaban ser acatadas sin que estuviera presente alguien que impusiera en forma inmediata el castigo. La expectativa de un castigo daba lugar a una prevención. El comportamiento regido por el propio individuo en la filosofía griega era el que estaba bajo el control de la razón. La razón podía determinar lo correcto y lo incorrecto, lo malo y lo bueno. En la filosofía platónica el ejercicio de la razón estaba a cargo del alma.

Un nuevo elemento se agregó a la cadena de respuestas que permitían el dominio de las pasiones. Éste fue el sentimiento de culpa. Un castigo simbólico autoimpuesto. No fue fácil llegar al sentimiento de culpa. En las sociedades antiguas no existía el individuo. Aristóteles claramente señala lo anterior cuando afirma que el hombre es un animal político. Sólo la vida en la polis hace al hombre. Fuera de la polis el hombre es una bestia. El sentimiento de culpa es individual. La culpa colectiva es muy difícil de asumir, si no, piénsese en la dificultad presente en los pueblos para asumir una culpa colectiva por acciones genocidas, por discriminaciones raciales o por la realización de persecuciones hacia los adeptos de una determinada religión.

En Sumeria, en la Grecia clásica, en Judea, el individuo no existía. El actuar no era, como ya previamente lo dijimos, resultado de un propósito asumido por una persona, sino que eran los dioses los responsables de los comportamientos humanos. En sueños o en vigilia, los dioses determinaban las acciones. Las emociones no se resentían como algo que afectaba a un individuo en particular, eran reacciones que se resentían en el marco de la colectividad, en las festividades religiosas, en el furor de la guerra. Un ejemplo actual serían las reacciones emocionales que aparecen en una justa deportiva. Cuando en un partido de fútbol un equipo anota un tanto, surge en sus partidarios una reacción, un grito, un levantamiento del cuerpo que se vive en forma muy diferente a la que se experimenta en sentimientos como el amor o el odio. En el contexto de una acción colectiva, los cimbramientos de todo el cuerpo son parecidos a la reacción violenta provocada por la cólera, al pánico o al acto eyaculatorio, para hacer referencia a tres situaciones emocionales de índole diversa.

En el surgimiento de la persona, en la aparición de las reacciones emocionales resentidas como propias de un individuo particular, hubo un conjunto de condiciones que las propiciaron. Ya hablamos de las fiestas en las religiones de misterio en la Grecia clásica, con sus prácticas orgiásticas y con su uso de plantas tóxicas. Cuando el vino o

una sustancia alucinógena eran tomados y se caía en su sopor o se sentían las sensaciones de la intoxicación, los participantes en esos ritos religiosos podían volverse a su cuerpo, ensimismarse, cosa que no ocurría con la presentación abrupta de las reacciones indeterminadas a las que hemos hecho alusión cuando nos referimos al público asistente a una competencia deportiva o a quienes se unían al frenesí colectivo en las festividades religiosas dirigidas por el Estado, como en la celebración orgiástica del año nuevo en Babilonia, o a los que en el fragor de la guerra eran llevados por la violencia. La intoxicación por drogas hizo que los sujetos se separaran del grupo y se volvieran hacia sus propias sensaciones modificadas por la droga. A la reacción emocional como simple activación hipotalámica se adicionó una respuesta sensorial distinta, el volverse hacia sí mismo para sentir el cambio que en el cuerpo producía la droga. Surgió así lo que hemos llamado autorreflexividad, el hecho de que se forme una cadena de sensaciones compuesta por una sensación original producida por un estímulo generador de una respuesta motora, la cual se asocia a una sensación más, la proveniente de la propia respuesta. Esta última sensación originada por la propia respuesta, bien la podemos denominar respuesta de reporte. Para decir lo anterior en forma sencilla: una cosa es ver y reaccionar al estímulo luminoso con una dilatación de la pupila, un cierre de los párpados por tratarse de algo que se acerca o un movimiento dirigido para evitar ese algo, y otra es el acto autorreflexivo de decir que se vio algo o que se movió el cuerpo para evitarlo. Tenemos en este último caso tres referencias: una hacia el objeto que se vio, otra hacia el acto de ver y otra hacia el acto de eludir el objeto.

La autorreflexibilidad base de la conciencia apareció también en otra circunstancia histórica. Cuando el templo de Jerusalén fue destruido y los judíos fueron llevados a Babilonia, en esta ciudad no podían participar en los cultos estatales en los que se hacían sacrificios a dioses distintos del Dios de Israel. No podían tampoco hacer sacrificios públicos. Entonces, empezaron a hacer sacrificios simbólicos. Fue el propio corazón el que simbólicamente se ofreció. Eso implicó volverse hacia sí mismo, experimentar sentimientos de culpa por faltar a las obligaciones tenidas hacia Dios. Después, el cristianismo acentuó lo anterior, pues no sólo consideró los actos como faltas a Dios, sino también los pensamientos que surgieron como producto autorreflexivo al interiorizarse las órdenes externas, dándose así la oportunidad de establecer un diálogo interno con

Dios o consigo mismo, sin manifestaciones externas como las del habla audible.

¿Qué hace la autorreflexividad? Nos hace conscientes de nuestros actos, sean sensoriales o motores. Algo tan común como la marcha, no es factible describirla en detalle. Por ejemplo, no podemos decir cuál brazo movemos cuando la pierna derecha da un paso hacia adelante. Tampoco acertaríamos a describir las reacciones de equilibrio necesarias para el patinaje o para andar en bicicleta. Quizá sólo tengamos claro que pedaleamos para no caernos o efectuamos movimientos alternados de nuestras piernas para el patinaje. Esos dos escuetos señalamientos, si los utilizamos como instrucciones, no evitarán que se caiga quien los recibe. Igualmente, si se nos pregunta cómo hacemos para dar un salto en el curso de una carrera, la descripción que hagamos será vaga y no corresponderá, necesariamente, al conjunto de movimientos requeridos para efectuar ese tipo de actos. Irónicamente, si tratamos de prestar atención a la realización de una destreza, lo más probable es que no podamos llevarla a cabo como cuando la ejecutamos a la manera de un automatismo. Y si las más preciadas destrezas que hemos aprendido se llevan a cabo en esa forma, ¿qué podremos decir de los comportamientos más habituales?

CONCIENCIA Y LENGUAJE

A nuestra conciencia entran únicamente un limitado número de estimulaciones, sobre todo aquellas que puedan ser designadas por nuestro lenguaje. Autores tan alejados entre sí por los postulados que sustentan, como Freud (1948), Watson (1960) y Skinner (1957), señalan que para hacer consciente algo inconsciente es necesario el lenguaje. El lenguaje que hace referencia a nuestros actos es entonces uno de los fundamentos de nuestra conciencia, pues el lenguaje es un instrumento de autorreflexividad. Podríamos entonces decir que en el alba de la conciencia estuvo el lenguaje autorreferencial. Sin embargo, realizamos conductas no describibles verbalmente, dándonos cuenta de ellas y recibimos estimulaciones para las que no tenemos nombres y, a pesar de ello, podemos decir que nos percatamos de su aparición.

El problema de esas sensaciones constituyentes de nuestra subjetividad es su carácter elusivo, no sólo para la ciencia sino incluso para

la comunicación cotidiana. La afirmación wittgensteiniana relativa a lo que sería la subjetividad nos plantea un acertijo difícil de resolver cuando afirma lo siguiente: "Supongamos que cada uno tuviera una caja y que dentro hubiera algo que llamamos 'escarabajo'. Nadie puede mirar jamás dentro de la caja de otro, y cada uno dice que sólo sabe que es un escarabajo mirando *su* escarabajo" (Wittgenstein, 1958).

¿Cómo se ha ido conformando ese escarabajo? Primero debe haber surgido cuando una reacción emocional como la cólera que llevaba a provocar daño a otros, o incluso causarles la muerte, empezó a ser domeñada por el castigo, inhibida por la burla, restringida por la vergüenza, puesta bajo la sujeción de las leyes y, finalmente, colocada bajo el control de los sentimientos de culpa. Igualmente, empezó a aparecer cuando una mera afección dirigida por la búsqueda de contacto, o por un impulso sexual, empezó a sentirse como orgasmo, dio lugar al erotismo y terminó convirtiéndose en amor. En segundo lugar, pero no por ello con una menor importancia, cuando hubo la necesidad de hacer señalamientos a los otros y para ello se empleó el lenguaje. Alcanzó la conciencia su punto más alto, cuando empezaron a hacerse referencias verbales al propio comportamiento. No debe olvidarse que el nombrar permite asociar a una respuesta sensorial, una respuesta verbal. Sirve entonces para retener, por así decirlo, un estímulo evanescente.

CIRCUITOS NEURONALES Y CONCIENCIA

Desde el punto de vista neurofisiológico, la conciencia requiere la integración de un circuito neuronal en el que intervienen varias estructuras cerebrales. Un circuito neuronal consistente en la asociación entre una neurona sensorial y una neurona motora[9] da lugar sólo a un acto reflejo, no a la conciencia, incluso si intervienen neuronas asociativas que permitan extender el reflejo a otras motoneuronas, como en el reflejo de flexión y extensión cruzada.

Para que aparezca la conciencia, el circuito neuronal debe implicar, al menos, estructuras del sistema límbico y estructuras neocorti-

[9] No hay tales circuitos para las conductas complejas en los organismos. Las asociaciones se hacen entre poblaciones de neuronas sensoriales y neuronas motoras, pero para fines expositivos ese esquema es válido.

cales en las cuales se mantenga la estimulación durante un tiempo mayor que el exigido para dar una respuesta. Las estructuras límbicas aumentan el tiempo de permanencia de un estímulo por el hecho de que las activaciones de esas zonas están relacionadas con una conducta emocional que lleva al organismo a volverse a su propia conducta, pues la activación de un determinado órgano receptor por un estímulo externo generador de una respuesta motora, se ve acompañada, además, de una actividad visceral y eso conduce a la formación de una cadena de respuestas, una de las cuales puede convertirse en autorreflexiva para determinar el estímulo o la respuesta que ocasionó la actividad visceral.

Experimentalmente se ha comprobado ese requerimiento para la conciencia, el de que la actividad nerviosa provocada por un estímulo o una respuesta entre en un circuito con una duración mayor al de las respuestas reflejas. Si esto último no tiene lugar, el acto realizado se lleva a cabo como un automatismo. De esta manera, mediante estimulación cortical con electrodos intracraneales en la zona poscentral, Libet (1978) únicamente pudo obtener sensaciones táctiles en sus pacientes, si la estimulación duraba 500 milisegundos. Estimulaciones con una temporalidad inferior no originaron la sensación. Por otra parte, se vio que estímulos periféricos dados a la superficie de las manos en valores subumbrales y supraumbrales originaron, ambos, potenciales relacionados con eventos en la corteza cerebral. Sin embargo, los estímulos subumbrales sólo produjeron respuestas evocadas de corta latencia sin que apareciera ninguna sensación consciente, mientras que los estímulos supraumbrales ocasionaron potenciales con componentes tempranos y tardíos, lo que viene a indicar que los primeros generaron una activación limitada a la corteza somatosensorial primaria, mientras que los segundos condujeron a activaciones en áreas primarias y asociativas, o sea, entraron en un circuito neuronal mayor.

El sustrato cerebral de la conciencia sería entonces un circuito neuronal formado en las redes asociativas de las cortezas cerebrales secundarias y terciarias, a donde llegan impulsos de las cortezas de proyección aferente primaria de distintas modalidades. De esta manera, es posible que se constituyan secuencias sensoriales enlazadas entre sí en una forma que puede convertirse en autorreflexiva para dar lugar a una cadena en la que la primera respuesta sensorial es evocada por un estímulo externo o interno, y la segunda respuesta sensorial es la referencia que se hace a esa primera estimulación.

Puede plantearse que la constitución de esos circuitos se lleva a cabo sobre la base de la regla de Hebb, en la cual, para que dos neuronas se asocien es necesario que se activen simultáneamente, como sucede en los procesos de condicionamiento.

En el condicionamiento vemos que el apareamiento de dos estímulos origina que las propiedades evocativas de uno de ellos pase al otro. En dicho proceso de aprendizaje se cumple la regla de Hebb (1949) para formar ensambles neuronales. A un nivel más básico, se ha descubierto que el glutamato, el neurotransmisor en la base de las aferencias en el sistema nervioso, actúa sobre las neuronas mediante dos tipos de receptores que se encuentran en la membrana neuronal. Uno de ellos es un receptor ionofórico quimiodependiente al Na^+, al K^+ y al Ca^{2+} y otro un receptor dependiente de voltaje. Este tipo de receptores en la membrana neuronal forman la familia de los receptores al N-Metil-D-Aspartato o receptores NMDA. La llegada del glutamato a la neurona postsináptica abrirá un canal, sólo si ésta se encuentra previamente despolarizada. Para ello es necesario que confluyan dos excitaciones sobre la neurona, condición que permite a dos neuronas asociarse y mantener esa asociación, pues la apertura de los canales NMDA da lugar a varios cambios tanto en la membrana postsináptica como presináptica por la acción del óxido nítrico. El Ca^{2+} por su parte, inicia cambios persistentes en las síntesis de proteínas neuronales, fortaleciéndose así las conexiones sinápticas entre neuronas antes no asociadas. Se forman, de esta manera, circuitos neuronales en las áreas asociativas de la corteza cerebral que pueden constituir redes integrativas de rasgos en una sola modalidad, como sería en la corteza visual la red que constituiría el modelo neuronal de un estímulo complejo (véase Sokolov, 1963), como por ejemplo, una mesa, cuyo correlato neuronal sería la serie de neuronas que asocian los rasgos elementales de ese mueble: líneas horizontales, verticales, curvas, ángulos, constituyentes de sus bordes, así como colores resultado de las propiedades de reflectancia de sus superficies. Igualmente, se pueden integrar redes entre zonas no vecinas de la corteza cerebral como en el caso de los circuitos que formarían los patrones asociativos fonemáticos de las palabras en donde intervienen las regiones de Broca y de Wernicke. El papel de los receptores NMDA puede verse, de modo todavía más claro, cuando en los procesos de anestesia se comprueba que antagonistas de dichos receptores, como la ketamina y la fenciclidina producen pérdidas de la conciencia (Flohr, 1995 y Flohr y cols., 1998).

A nivel electrofisiológico esos circuitos se manifiestan electroencefalográficamente en lo que se ha designado con el nombre de *coherencia funcional gama* a frecuencias entre 30 y 50 Hz, comprendiendo zonas anteriores y posteriores del cerebro. Dicha coherencia sólo aparece cuando un sujeto es capaz de tener una percepción consciente (Meador, 2002).

Ya para terminar, diremos que la conciencia resulta de un proceso en el que se conjugan factores biológicos y sociales. Necesita la participación, como ya lo habíamos dicho, de diversas estructuras cerebrales: la formación reticular del tallo cerebral para generar la vigilia, los núcleos intralaminares del tálamo para asegurar los procesos de atención, los circuitos límbicos relacionados con el reforzamiento y consecuentemente con la activación emocional y finalmente, los ensambles neuronales *hebbianos* en la corteza cerebral que son a la base de la autorreflexividad necesaria para que una respuesta sensorial no sólo produzca el acto motor con el que está conectada, en ocasiones en forma refleja, sino dé lugar a un conjunto de respuestas dirigidas a fijarse sobre la propia conducta.

Como factor social tendríamos aquello que nos hace fijarnos sobre nuestra propia conducta, la necesidad de hacer ajustes recíprocos en nuestro comportamiento en la interacción con otros, lo cual, dicho en términos simples, no es otra cosa que buscar la aceptación y evitar el rechazo en la convivencia social o lo que, parafraseando a Aristóteles, sería integrarse a la vida de la polis.

BIBLIOGRAFÍA

Adam, G., *Interoception and behaviour*, Budapest, Akadémiai Kiadó, 1967.

Alcaraz, V. M., *La función de síntesis del lenguaje,* México, Trillas, 1980.

———, Algunos mitos sobre la conducta: el marco ideológico de nuestra sociedad, *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 1985, núm. 11, pp. 15-174.

———, The illusion of a voice inside our head: Watson's solution, *Mexican Journal of Behavior Analysis,* 1993, 19, pp. 91-101.

Aristóteles, *Acerca del Alma,* Madrid, edición de 1988.

———, *Physics*, Chicago, Great books of the Western World, E. B., Inc., edición de 1996, vol. 7, pp. 255-355.

———, *On sense and the sensible*, Chicago, Great books of the Western World, E. B., Inc., edición de 1996, vol. 7, pp. 673-689.

Aristóteles, *On de motion of animals,* Chicago, Great books of the Western World, E. B., Inc., edición de 1996, vol. 8, pp. 231-239.
———, *Politics*, Chicago, Great books of the Western World, E. B., Inc., edición de 1996, vol. 7, pp. 445-458.
———, *On memory and reminiscence,* Chicago, Great books of the Western World, E. B., Inc., edición de 1996, vol. 8, pp. 690-695.
De la Mettrie, J. O., *L'homme machine,* París, Denoël, edición de 1981.
Descartes, R., *Tratado del hombre*, Madrid, Editora Nacional, edición de 1980.
Dodds, E. R., *Los griegos y lo irracional*, Madrid, Alianza Editorial, 1999.
Düring, I., *Aristóteles,* México, UNAM, 1987.
Esquilo, "Agamenón"*,* en *The plays,* Chicago, Great books of the Western World, E. B., edición de 1996, vol. 4, pp. 54-74.
Eurípides, *The Bacchae,* Chicago, Great books of the Western World, E. B., edición de 1996, vol. 4, pp. 472-493.
Flohr, H., "Sensations and brain processes", *Behavioral Brain Research*, 71, 1995, pp. 157-161.
Flohr, H., U. Glade y D. Motzko, "The role of NMDA synapse in general anesthesia", *Neuropsychologia* 33, 1998, pp. 1169-1180.
Flynn, J. P., "The neural basis of aggression in cats", en D. C. Glass (ed.), *Neurophysiology of an emotion,* Nueva York, Rockefeller University Press, 1967.
Freud, S., "El yo y el ello"*,* en *Obras completas*, Madrid, Biblioteca Nueva, 1948, pp. 1213-1234.
Gallup, G., "Chimpanzees: Self-recognition", *Science*, 1970, pp. 86-87, 167.
Granit, R., *Receptors and sensory perception*, New Haven, Yale University, 1955.
Hebb, D., *The organization of behavior. A neuropsychological theory,* Nueva York, John Wiley, 1949.
Hess, W., *Diencephalon: Autonomic and Extrapyramidal Functions*, Nueva York, Grune & Stratton, 1954.
Homero, *La Odisea*, Madrid, M. E. Editores, edición de 1995.
———, *The Iliad,* Chicago, Great books of the Western World, E. B., Inc., edición de 1996, vol. 2, pp. 1-306.
———, *The Odyssey,* Chicago, Great books of the Western World, E. B., edición de 1996, vol. 2, pp. 307-541.
———, *La Ilíada,* México, Losada, edición de 1996, p. 392.
Jaeger, W., *La teología de los primeros filósofos griegos,* México, Fondo de Cultura Económica, 1980.
Jaynes, J., *El origen de la conciencia en la ruptura de la mente bicameral*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987.
Kirk, G. S., J. E. Raven y M. Schofield, *Los filósofos presocráticos,* Madrid, Gredos, 1987.
Kopp, J. y H. Lane, "Hue discrimination related to linguistic habits", *Psychonomic Science*, 1968, 11(2), pp. 61-62.

Libet, B., "Neuronal vs. subjective timing for a conscious sensory experience", en P. Buser y A. Rougeul-Buser (eds.), *Cerebral correlates of conscious experience*, Amsterdam, North Holland, 1978.
Loisy, A., *Los misterios paganos y el misterio cristiano,* Buenos Aires, Paidós, 1967.
Luria, A. R., "The genesis of voluntary movement", en M. O'Connor (ed.), *Recent soviet psychology,* Londres, Pergamon Press, 1963, pp. 165-185.
Lyons, J., *Semántica lingüística*, Buenos Aires, Paidós, 1997.
McGuigan, F. J., B. Keller y E. Stanton, "Covert languages responses during silent reading", *Journal of Educational Psychology,* 55, 1964, pp. 339-343.
Meador, K. K. J., P. G. Ray, J. R. Echauz, D. W. Loring y G. I. Vachtsevanos, "Gamma coherence and conscious perception", *Neurology*, 59 (6), 2002, pp. 800-801.
Pavlov, I. P. (s/f), *Oeuvres choisies,* Moscú, Éditions en Langues Etrangères, 25a. ed.
Platón, *Timaeus*, Chicago, Great books of the Western World, E. B., edición de 1996, vol. 4, pp. 442-478.
Rhode, E., *Psique*, México, Fondo de Cultura Económica, 1983.
Sagrada Biblia, Madrid, Apostolado de la Prensa, S. A., 1958.
San Agustín de Hipona, *The Confessions*, Chicago, Great books of the Western World, E. B., 1996, vol. 16, pp. 1-159.
———, *On Christian Doctrine*, Chicago, Great books of the Western World, E. B., 1996, vol. 16, pp. 699-784.
Skinner, B. F., *Verbal Behavior*, Nueva York, Appleton Century Crofts, 1957.
Sokolov, A. N., *Inner Speech and Thought*, Nueva York, Plenum, 1972.
Uexküll, J. V., *Mondes animaux et monde humain*, París, Mediations.
Watson, J. B., *El conductismo*, Buenos Aires, Paidós, 1960.
Weiskrantz, L., *Consciousness lost and found. A neuropsychological exploration,* Nueva York, Oxford University Press, 1997.
Whorf, L., *Language, Thought and Reality,* Cambridge, Mass, MIT Press, 1997.
Wittgenstein, L., *Philosophical Investigations*, Londres, Blackwell, 1958.

EL FUNDAMENTO NERVIOSO Y EL ORIGEN CONVERGENTE DE LA CONCIENCIA

JOSÉ LUIS DÍAZ

> Sabía que me sentiría dichoso contemplando en mi rincón olvidado
> el espectáculo cautivador de la vida íntima, y escuchando embelesado,
> desde el ocular del microscopio, los rumores
> de la bulliciosa colmena que todos llevamos dentro.
>
> Santiago Ramón y Cajal
> (Citado por Álvarez Leefmans, 1994: 61)

LA PIRÁMIDE NEUROPSICOLÓGICA

Excepto por el universo mismo, el cerebro humano es la estructura natural más compleja del mundo conocido. En un volumen promedio de unos 1 200 cm^3, el cerebro humano alberga más de 100 mil millones de neuronas, mayor cantidad que estrellas hay en toda la Vía Láctea; esto sin contar las 20 a 40 células gliales que se calcula existen por neurona. Ahora bien, dado que cada neurona comparte entre 1 000 y 10 000 conexiones sinápticas con otras y tomando con cierta arbitrariedad a cada sinapsis como un *bit* de información, por cuanto podría tomarse como un código binario de transmisión o bloqueo de potenciales, el cerebro poseería la asombrosa capacidad de al menos 10 a la 14 *bytes*, o sea la insólita cifra de unos 100 000 *gigabytes* de información. A pesar de esta sorprendente magnitud de cómputo, el cerebro es aún mucho más potente que una hipotética computadora de esas colosales características, pues, como veremos, no sólo procesa información de manera digital, sino analógica. Incluso si consideramos un funcionamiento meramente digital, éste sería más intrincado que el código binario de ceros y unos que utiliza la computadora, pues la sinapsis tiene un código *trinitario* o de tres estados: excitación, reposo e inhibición, lo cual multiplica la capacidad informativa del cerebro de manera inusitada, pues la inhibición no es equivalente al reposo sino que forma una parte elemental, intrín-

seca y singular de la información nerviosa. Todo ello sin tomar en cuenta los potenciales sinápticos subliminales que bien pueden constituir señales y acarrear información de una manera analógica y cualitativa. Más aún: a diferencia del ordenador digital, el cerebro sería un *biocomputador* húmedo que además de potenciales todo o nada y sinápticos subliminales tiene una inmensa maquinaria molecular de información intracelular y se organiza como un biosistema jerárquico de múltiples niveles en los que cristalizan propiedades emergentes que desafían la comprensión.

Una apuesta prácticamente explícita de la investigación cerebral actual es que el fundamento de las operaciones mentales, incluida en ellas a la conciencia, se basa en esta extraordinaria capacidad del cerebro en procesar información. ¿Cómo se ha llegado a esta inferencia? El progreso de la neurobiología ha ocurrido en varios frentes distintos que sin embargo ostentan a la información como su concepto clave. Por un lado, está el entendimiento de las bases moleculares del tejido nervioso y la manera en que la información genética da origen a la forma, la estructura y las funciones bioquímicas y eléctricas de neuronas, de otras células cerebrales, de sus conexiones y arreglos estructurales. Por otro, se encuentra el estudio de las capacidades de sensibilidad específicas de la neurona y el tejido nervioso. Esta búsqueda pretende la dilucidación de la transferencia de información entre neuronas en especial la transmisión química y los potenciales eléctricos que se disparan en diversos códigos de frecuencia constituyendo bloques básicos de representación basados en arreglos compactos de comunicación. En otro frente está la comprensión de cómo las neuronas se organizan en redes neuronales, éstas en diseños arquitectónicos particulares y éstos, a su vez, en los módulos y núcleos del cerebro. Aquí confluyen necesariamente las investigaciones de las funciones cerebrales de orden psicológico con las de sus fundamentos biológicos. En esta confluencia propia de varias interdisciplinas situadas entre la biología y la psicología, como la neuropsicología, la psicofisiología, la psicobiología o la reciente neurociencia cognitiva, se espera obtener respuestas apropiadas a los interrogantes más audaces que plantea la investigación cerebral, es decir a la manera en que se generan la inteligencia, la conciencia y el conocimiento humanos.

El fundamento de los diversos frentes de la neurobiología para tomar a la información como piedra de toque consiste en que la neurociencia moderna concibe al cerebro como un biosistema procesador de información. De hecho, es posible enunciar una teoría gene-

ral de la función cerebral precisamente en términos de la articulación, conversión y manejo de información. Como ejemplo de ello se puede recordar que en su admirable libro de texto sobre neurobiología, Kuffler y Nichols establecieron en 1976 los siguientes cinco principios rectores de este paradigma que bien podemos llamar neuropsicológico y que seguramente sigue en vigor hoy en día:

- El cerebro usa señales eléctricas para procesar la información
- Las señales eléctricas son idénticas en todas las neuronas
- Las señales constituyen códigos de decodificación y representación
- El origen y destino de las fibras determina el contenido de la información
- El significado de las señales está en las interconexiones

Como se puede ver, en esta depurada teoría de la función cerebral se considera a la transmisión de señales pautadas entre neuronas como el código electroquímico acarreador de información, no sólo en el sentido de transportar signos, sino de representar significados. De esta manera, aunque en la teoría antedicha no se menciona explícitamente a la cognición o a la conciencia, ambas están rotundamente implicadas en la definición de sus principios rectores al hablarse en los últimos tres de *representación*, *contenido* y *significado*, términos palmariamente psicológicos. Sin embargo, hay algo fundamental que se escapa de esta teoría y es el hecho de que la información sea procesada en el cerebro en varios niveles distintos de complejidad, en cada uno de los cuales sufre una ganancia cualitativa de integración, densidad y alcance. De esta forma se puede proponer que el cerebro es un biosistema estratificado en seis niveles de organización mutuamente dependientes y que se definen por la emergencia de nuevas propiedades en cada uno de ellos.

Los seis niveles en orden de jerarquía y composición, son los siguientes:

Organísmico. La integración del sistema nervioso con el resto de los sistemas corporales, en especial el muscular y el endocrino.

Orgánico. La integración de los diversos módulos y subsistemas cerebrales en el encéfalo como un todo u órgano funcional.

Modular. El conjunto de los módulos cerebrales (subsistemas, zonas y núcleos nerviosos) y las vías de conexión entre ellos.

Intercelular. Los conjuntos configurados de conexiones entre neuronas llamados redes neuronales, sean éstas diseños morfológicos o enlaces funcionales. En la *arquitectura* y *alambrado* del tejido nervioso destaca la organización en capas y en columnas de la corteza cerebral.

Celular. El conjunto de las células cerebrales, es decir neuronas y células de la glía.

Molecular. Los componentes químicos del cerebro, en especial las moléculas que intervienen directamente en la transmisión de información, como neurotransmisores, neuromoduladores o receptores y en la polarización de la membrana, como los canales iónicos.

Como sucede en todo sistema orgánico, los niveles morfológicos y funcionales del cerebro están constituidos de una manera que se puede concebir como piramidal en el sentido de que el número de sus componentes es mayor en los niveles inferiores que en los superiores, en tanto que la integración de la información es más compacta, representativa e integral conforme se asciende a los niveles superiores. De esta forma, cada nivel está compuesto de elementos enlazados y articulados del grado inferior, los cuales se coordinan funcionalmente para producir un nuevo arreglo estructural y funcional que constituye el nivel inmediato superior y en el cual cristalizan funciones inéditas en virtud precisamente de ese vínculo y acoplamiento. La información fluye horizontalmente en cada nivel, pero tambien lo hace verticalmente en ambos sentidos. Esto quiere decir que es posible tanto afectar a un nivel superior desde la base, como tambien influir en los niveles inferiores desde los superiores.

Este esquema de niveles jerárquicos es aplicable para analizar la función cerebral en sus diversos aspectos. Para el objetivo de comprender mejor la emergencia de capacidades cognoscitivas y conscientes, se pueden elegir dos aspectos particulares, el proceso eléctrico y el engrama de la memoria. Veamos en primer lugar algunas de las características eléctricas propias de cada nivel de organización cerebral:

Organísmico. Señalización aferente (de entrada) y eferente (de salida) de los impulsos nerviosos entre el sistema nervioso central y el resto del cuerpo. Potenciales evocados, cuyos componentes temporales permiten identificar relevos parciales de la vía estimulada.

Orgánico. Integración eléctrica del electroencefalograma. Enlace funcional entre zonas distantes que descargan conjuntamente a una frecuencia determinada.

Modular. Génesis de los diferentes ritmos electroencefalográficos. Campos receptivos y motores.
Intercelular. Transmisión sináptica. Potenciales de campo. Actividad local en redes neuronales.
Celular. Potenciales sinápticos y de acción. Codificación en pautas y salvas de disparo.
Molecular. Cambios en la polaridad de la membrana por la actividad de los canales iónicos: excitación (depolarización), reposo (polarización) e inhibición (hiperpolarización).

Comprobamos con este simple ejercicio que cada uno de los niveles de operación se integra por la actividad coordinada de las señales del nivel inferior. Constatamos también que en cada nivel ocurre un brinco cualitativo de capacidad y competencia que se manifiesta por la adquisición y emergencia de una novedad funcional que no existe en el nivel inferior pero que se puede entender como resultante de una coordinación en masa. Es lícito suponer que cada una de estas ganancias cualitativas de información eléctrica se corresponda con brincos cualitativos de información cognoscitiva.

Ahora bien, también es posible tratar de utilizar el esquema jerárquico y piramidal en una correlación cognoscitiva en referencia al engrama de la memoria, es decir, a la supuesta huella nerviosa que debe dejar la experiencia para poder ser almacenada con el aprendizaje y recuperada con el recuerdo. A lo largo del tiempo han ocurrido múltiples teorías sobre la naturaleza del engrama y esto ha producido cierta confusión en el campo de su estudio. Sin embargo, hoy en día es posible esclarecer que se han producido diversas teorías y originado numerosos experimentos que usualmente inciden sobre un nivel específico de la jerarquía del sistema neuropsicológico. De esta forma, se ha informado que el aprendizaje y la memoria afectan cada uno de los niveles de la siguiente forma, dicho de manera muy simplificada:

Organísmico. Modificaciones en pautas de comportamiento y neuroendócrinas.
Orgánico. Modificaciones en el tamaño y configuración del cerebro por la experiencia.
Modular. Modificaciones en talla, composición química o textura fina de núcleos y módulos particulares, como el hipocampo, el cuerpo caudado, el cerebelo, etcétera.

Intercelular. Producción de circuitos reverberantes y sistemas de retroacción interneuronal (*feedback*). Sinaptogénesis.
Celular. Facilitación de ciertas sinapsis (hipótesis de Hebb). Facilitación y potenciación a largo plazo.
Molecular. Modificación en los niveles, liberación o recambio de neurotransmisores y neuromoduladores. Formación de nuevas especies de macromoléculas.

¿Qué es entonces y dónde está el engrama de la memoria? De acuerdo con el esquema presentado es consecuente y aclaratorio definir al engrama como una modificación plástica del sistema nervioso a todos sus niveles, de tal manera que es posible reconocer cambios duraderos en la composición y configuración del cerebro en cualquiera de ellos. Esta modificación es parte de un cambio plástico y robusto que abarca todos los niveles de organización cerebral. Como sucede con toda representación mental, el engrama de la memoria es una huella movible que abarca todos los niveles estructurales y funcionales del cerebro. Más importante sería averiguar el mecanismo por el cual un engrama se recupera y se torna un recuerdo consciente. Este mecanismo debe ser claramente una forma de emergencia en el sentido de que un contenido inconsciente, una información latente y almacenada, surge y se torna explícita o consciente. En este punto vale la pena volver sobre el tema de la conciencia como propiedad emergente.

EMERGENCIA DE LA CONCIENCIA

Si intentamos aplicar el esquema piramidal y jerárquico del cerebro en referencia a la conciencia, es patente que en tanto procesamiento de información sería descaminado e improductivo identificar a la conciencia como una propiedad fuera de los niveles estructurales y funcionales del sistema nervioso que hemos definido. Sería igualmente estéril definir a la memoria como una propiedad emergente fuera de la ordenación que acabamos de revisar. La alternativa es de hecho más cómoda y digerible que la de postular un emergente de naturaleza imprecisa sólo en términos fenomenológicos y consiste en pensar que la conciencia y las propiedades cognoscitivas en las que se basa constituyen un aspecto particular de esa jerarquía funcional. El

reto de interés en esta hipótesis sería el de lograr especificar precisamente en qué nivel de organización se debe ubicar al procesamiento consciente de información.

Existe un gran cúmulo de evidencia en el sentido de que no estamos conscientes directamente de los eventos y estímulos sensoriales. En todo caso, nos hacemos conscientes de ciertas operaciones que realiza el cerebro sobre las representaciones nerviosas de esos eventos y estímulos. Esto implica que los niveles más básicos de la jerarquía piramidal operan de manera inconsciente. No sólo esto significa que las neuronas individuales no son conscientes, sino también que muchas de las operaciones que podemos considerar propiamente mentales en el sentido de que consisten en representaciones y transfiguraciones de información se procesan fuera de la conciencia, lo cual está muy bien documentado en las ciencias cognoscitivas (Velmans, 1991). Este ámbito constituye lo que se ha dado en denominar el inconsciente cognitivo, aunque para no confundir el postulado con la teoría psicoanalítica, con la cual puede haber cierto traslape de interés, es conveniente puntualizarlo sencillamente como el procesamiento inconsciente de información cognitiva.

Para ilustrar mejor este postulado podemos invocar al sistema visual (Zeki, 1993). Existen unos cuarenta módulos nerviosos en la parte más caudal del cerebro que reciben información de la retina. Cada uno de ellos procesa predominante pero no exclusivamente un tipo de información de la escena ante los ojos, como líneas, colores, texturas, orientación. Los módulos están densamente conectados entre sí y del engranaje y coordinación entre ellos surge o emerge, de una manera aún no dilucidada, la escena que vemos. Esto parece ser la regla para todas las funciones mentales. La información básica se procesa en sectores específicos que se conocen hoy en día con bastante precisión. Sin embargo, las funciones mentales superiores requieren necesariamente de la conexión de estos módulos. La tarea consciente no reside entonces en algún lugar específico, sino que es una función dinámica de enlace entre lugares concretos. Crick y Koch (1995) han presentado evidencia de que la actividad en la zona primaria de recepción visual en la corteza occipital del cerebro opera de manera inconsciente. Es sólo cuando esta información se comunica con otros módulos cerebrales, particularmente frontales, que se toma conciencia de la visión. Esto implica que es en el nivel intermodular, propiamente del órgano cerebral como un todo, en donde podemos identificar que ocurre o emerge el aspecto consciente del procesamiento de la información cognitiva.

Esta idea de emergencia de la conciencia como un aspecto de la función cerebral propio de un alto nivel de integración jerárquica puede ilustrarse con un modelo muy conocido y tradicional derivado de la pirámide hermética, aunque en este caso sin mayor implicación esotérica. El diagrama aparece en la figura 1 y consiste en una pirámide en cuya cúspide y vértice se dibuja un ojo. Para nuestro objetivo no importa ahora el contexto antiguo en el que surgió esta imagen, sino su relevancia para representar a una pirámide de niveles de organización nerviosa que dan lugar a la conciencia en un alto nivel de integración y emergencia de capacidades antes inéditas.

LA PIRÁMIDE NEUROCOGNITIVA

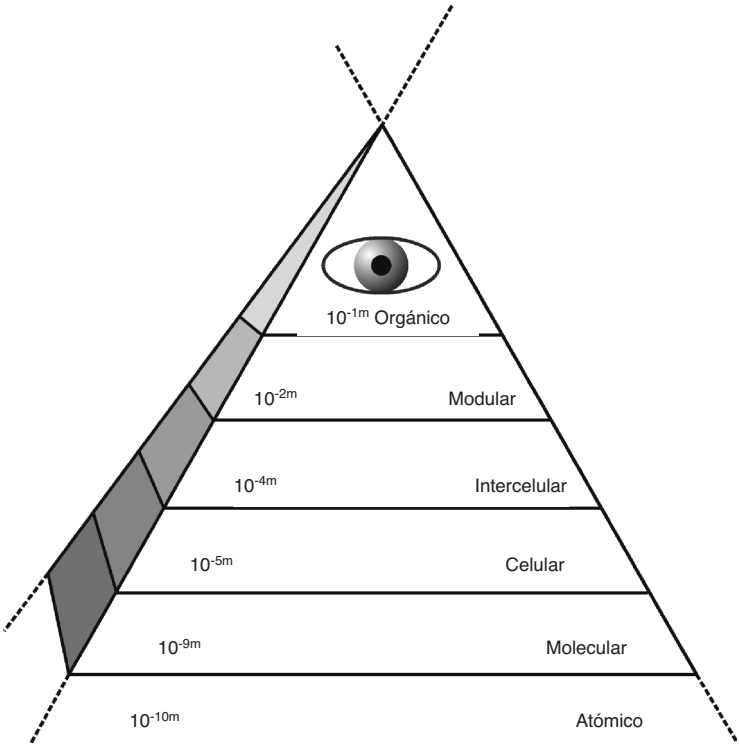


FIGURA 1. La pirámide como representación de las jerarquías nerviosas que dan origen a una función de alto nivel en la que surge y por la que opera la conciencia.

La figura de la pirámide como un modelo neuropsicológico es sugerente de varias propiedades destacables y pertinentes a la propuesta que detallo abajo. La primera de ellas es el escalamiento funcional que adecuadamente insinúa una cascada causalmente ascendente por la cual los órdenes inferiores estipulan e influyen en los superiores. En el mismo sentido se sugiere el enriquecimiento funcional circunscrito y progresivo en el sentido de que en un estrato superior convergen y cristalizan funciones inéditas que dependen del trabajo en conjunto del estrato inferior. En particular, la pirámide neuropsicológica plantea la integración y la convergencia de estratos jerárquicamente organizados en una síntesis progresiva que en determinado momento deviene en el *sentir* y el *percatarse* propios de la conciencia.

Las diversas caras de la pirámide pueden pensarse como aspectos de su estructura y su función. Arriba hemos explorado varios de ellos: un aspecto estructural, otro de manifestaciones eléctricas, un tercero del engrama de la memoria. Evidentemente los múltiples aspectos están funcionalmente enlazados, aunque se nos presenten como fenómenos distintos que requieren diferentes técnicas y perspectivas de análisis. Finalmente, así como en la imagen tradicional el ojo en el vértice de la pirámide simboliza al dios Osiris, en nuestro modelo simboliza a la conciencia y así bien se podría decir que la conciencia emerge de los varios arreglos jerarquizados que le dan origen, disposiciones necesariamente constituidas por elementos nerviosos, es decir por material viviente sensible y excitable, acomodado y articulado en grados cada vez más altos de organización. Ahora bien, como veremos en detalle, una vez que surge la función de alta jerarquía que identificamos con la conciencia ésta se encuentra en aptitud de ejercer una causalidad descendente y modificar la operación de los órdenes más básicos.

LA DISPOSICIÓN GLOBAL Y LA BRECHA EXPLICATIVA

¿Cuánto conocemos sobre la relación del cerebro con la conciencia? Mucho en cierto sentido y desesperadamente poco en otro. Se sabe bastante, por ejemplo, sobre la localización cerebral de las funciones mentales. Desde mediados del siglo XIX, cuando Broca descubrió la zona del lenguaje articulado en pacientes con afasia, la evidencia se

ha acumulado y explotado recientemente con las imágenes cerebrales obtenidas por tomografía de positrones o resonancia magnética funcional. Con algunas variantes, sabemos que múltiples operaciones del lenguaje, la percepción de cada una de las modalidades sensoriales, el miedo o el mapa del espacio circundante tienen, entre muchas otras operaciones mentales, una clara y definida localización en el cerebro. Conviene puntualizar que la palabra "localización" no implica aquí un sentido fuerte de origen y ejercicio encapsulados, sino otro más laxo de sitios y zonas cerebrales clara y activamente implicados en cierto procesamiento de información específica. Más aún, esta evidencia topológica no aclara cómo cada región procesa una información particular o cierta cualidad específica y no otras. Este problema es particularmente peliagudo porque el cerebro, constituido por módulos discretos distinguibles por su situación y por su función, es bastante homogéneo en tanto tejido histológico y también en términos de sus pautas eléctricas de codificación funcional. Dicho en pocas palabras: no sabemos cómo o por qué existen las enormes diferencias en *qualia* implicadas en la activación de sectores cerebrales distintos, pues si se activa cierto sector vemos el color rojo, o si se activa otro no muy lejano y bastante similar en su apariencia y función, escuchamos el timbre de una flauta.

También sabemos mucho de las drogas que afectan la conciencia, lo cual es el tema de estudio cada día más extenso y profundo de la psicofarmacología. En efecto, existe información profusa sobre los extraordinarios efectos mentales de los fármacos alucinógenos, de los ansiolíticos, de los narcóticos o de los antidepresivos, entre muchas otras familias de moléculas psicoactivas. Se conoce en detalles cada vez más finos con cuáles receptores moleculares del cerebro se enganchan estas drogas y de qué manera afectan a las neuronas que los detentan y a los módulos en los que abundan. Sin embargo, desconocemos en gran medida cómo estos efectos neurofisiológicos se traducen finalmente en cambios de conciencia. Se trata seguramente de un ejemplo manifiesto de causalidad *bottom-up* o de abajo hacia arriba en la jerarquía o pirámide neuropsicológica, pues la unión de la droga con el receptor debe desencadenar una cascada ascendente de modificaciones nerviosas que finalmente, en el vértice de la pirámide, desemboca en cambios conscientes. De la misma manera que razonamos respecto del engrama de la memoria, el "mecanismo de acción" de una molécula psicoactiva no será entonces su elemental enlace estereoquímico con ciertos receptores o enzimas moleculares, sino precisamente ese

cambio vertical que, a partir del necesario vínculo molecular, involucra sucesivamente a todos los niveles de organización cerebral. Falta mucho para conocerlos, pero suponemos que al lograr dilucidarlos habremos llegado mucho más cerca de una explicación neurológica del efecto psicológico del fármaco en cuestión; mucho más cerca de una verdadera psicobiología.

Otro ejemplo que se puede ofrecer es el ya mencionado del sistema visual sobre el cual es posible hacer nuevos alegatos. Si bien ignoramos la manera precisa en la que surge la imagen visual consciente del procesamiento de información que llevan a cabo los cuarenta y tantos módulos situados en las regiones posteriores del cerebro, ha ocurrido un progreso notable en la indagación, pues se ha verificado que una forma de enlace entre los módulos del sistema visual ocurre cuando los diversos y lejanos conglomerados de neuronas visuales se acoplan a una frecuencia muy alta, alrededor de los 40 hertzios en la llamada banda *gamma* del EEG, o sea del electroencefalograma (Crick y Koch, 1990). Entonces, como lo menciona Zeki (1993), la imagen visual no sólo depende de la actividad simultánea y sincronizada de las células, sino también de la actividad temporalmente sincronizada de sus respuestas y deberemos agregar una vez más que la imagen consciente no reside en ningún sitio particular sino en la versátil dinámica del conjunto. De esta forma, como sucede con los instrumentos de una orquesta, los diversos módulos se articulan y acoplan en el espacio-tiempo y podemos entonces disfrutar de una escena visual. Pero, una vez más, para cada conocimiento adquirido, así sea tan apasionante como el que acabo de relatar, surge tenazmente la antigua incógnita del problema mente-cerebro y no sabemos aún si la escena que vemos es una experiencia interna de esa descarga, si son dos procesos acoplados, si tienen una identidad difícil de discernir dada su enorme diferencia fenomenológica o si la imagen visual emerge del enlace funcional de manera por ahora indescifrable. La respuesta adecuada a esta espinosa cuestión está lejos de la capacidad actual de las interdisciplinas *neuropsicológicas*, pero el modelo piramidal al menos marca una hoja de ruta para adelantar la indagación.

En cualquier caso, este enlace en la banda *gamma* del EEG cumple con uno de los requisitos mejor planteados para el fundamento cerebral de la conciencia: la llamada disposición global (*global availability*, Chalmers, 1997). Revisemos brevemente esta condición. La conciencia es una función totalizadora conformada por contenidos tan diferentes como las prolíficas sensaciones, la inmensa gama de emocio-

nes, los innumerables recuerdos, las proteicas ideas o las creativas fantasías. Llama la atención que la conciencia, o el proceso consciente para ser más precisos, no sólo puede acceder a cualquier bosquejo de información elaborado en módulos separados, sino que, en un solo momento puede recuperar y recrear varios aunque pocos a la vez, como la confluencia de un estado mental consciente conformado por una emoción, una imagen mental y un pensamiento unificados alrededor de un mismo contenido. En suma, el fundamento cerebral de la conciencia, cualquiera que sea, debe tener acceso a múltiples sectores y módulos del encéfalo, aunque no parece que a todos como lo sugiere el adjetivo de global o total que usa Chalmers. En cualquier caso, esta *disposición global* es un principio metodológico prometedor, pues puede fungir como un puente teórico que es necesario tender en esa tremenda grieta que sigue entorpeciendo cada paso del sendero. Ya vimos que, a pesar del inmenso progreso en la investigación en neurociencias, topamos siempre con un punto ciego y la conciencia evade la explicación completa. A este callejón sin salida aparente se denomina "la brecha explicativa" (Levine, 1983) pues no existe una demostración satisfactoria para aclarar cómo las funciones cerebrales se vinculan con la experiencia consciente que en principio parece tan distinta de ellas. La grieta debiera quizás denominarse *opaca* o *imprecisa*, pues lo que impide por ahora es el tender puentes aclaratorios sobre la conexión que suponemos existe necesariamente entre mente y cerebro.

La opacidad *explicativa* se debe, entre otras cosas, a que no tenemos acceso directo a la conciencia ajena, no tenemos un *concienciosco*pio que nos revele lo que piensa o siente otro sujeto y podamos relacionarlo con las funciones cerebrales evadiendo así la perspectiva subjetiva en primera persona que se considera en general poco confiable. Las imágenes cerebrales son una ventana parcial a la mente de otro, pues al examinarlas podemos aventurar con relativa certeza si un sujeto está viendo, oyendo, hablando o sintiendo emociones. Éste es un progreso decisivo y aun espectacular, pero estamos muy lejos de penetrar los contenidos y más aún de conocer las cualidades, el qué siente alguien al experimentar un determinado estado de conciencia. Para ello es necesario recurrir y afinar el recurso tradicional: el informe verbal en primera persona, lo cual es no sólo posible sino confiable dependiendo de los métodos usados para registrarlo y evaluarlo. Pero ésta es otra historia que hemos examinado con anterioridad (Díaz, Díez Martínez y Paniagua, 1998).

LA DINÁMICA INTERMODULAR DEL CEREBRO, LA COREOGRAFÍA DE LA PARVADA Y EL FUNDAMENTO NERVIOSO DE LA CONCIENCIA

A continuación procuraré especificar y justificar con mayor detenimiento y argumentación una hipótesis particular que ya he esbozado arriba y previamente. Se trata de que el fundamento, contrahaz o *correlato* nervioso de la conciencia bien puede ser una función similar a una bandada de pájaros o a un enjambre que enlaza de manera cinemática, hipercompleja, coherente y sincrónica a los diversos módulos cerebrales. En tanto sistema dinámico, la función adquiriría propiedades emergentes con las aptitudes propias de la autoconciencia, el conocimiento o la voluntad.

El justificante neuroanatómico de la propuesta es el siguiente. En el nivel de organización cerebral que hemos llamado modular se puede decir que existen al menos 400 sectores, áreas o módulos especializados en el cerebro. Éstos incluyen a las áreas corticales delimitadas por Brodmann y que se han mantenido con su nomenclatura y numeración por casi un siglo, pero además a las regiones o "núcleos" subcorticales que puedan estar involucrados en las funciones conscientes. No sabemos con precisión cuáles lo están y cuáles no, pero es justificado suponer que buena parte de los núcleos subcorticales del telencéfalo de reciente adquisición filogenética estén involucrados en funciones mentales conscientes.

Siguiendo con la neuroanatomía, pero ahora en referencia con las conexiones posibles y existentes entre estos módulos, se puede decir que si cada uno de ellos estuviese directamente conectado con el resto existirían unas 80 000 proyecciones, haces o vías nerviosas en el cerebro, en tanto que en la actualidad están descritas solamente unas 2 500 y no debe haber muchas más. A esta impresionante restricción en el acoplamiento o, como se dice ahora, la *conectividad* nerviosa podemos concebirla de manera similar a como se establece una "ruta de camiones" en el sentido de que entre dos sectores de una ciudad no debe uno tomar más de dos o a lo sumo tres camiones distintos. De la misma forma, entre dos módulos cualesquiera del cerebro, no parecen mediar más de dos o tres sinapsis o relevos de información. Como cabría esperar por tal diseño, este acoplamiento intermodular es un trazado muy escogido y eficiente, seleccionado a través de una prolongada encefalización.

En lo que se refiere al fundamento neurofisiológico de la propuesta se debe decir para empezar que los módulos cerebrales ejecu-

tan operaciones especializadas y despachan los resultados a otras áreas o módulos. La especialización de los módulos es un asunto complicado pues no es el caso que cada módulo realice una sola operación singular, sino que ejecuta predominante pero no exclusivamente una función, de tal manera que hay otros sectores celulares que realizan la misma función, o al menos que se activan con estímulos o tareas similares. Esta especialización parcial y esta distribución restringida (Shallice, 1988) proveen a la función cerebral de una característica muy peculiar marcada por su maleabilidad, es decir por lo que se denomina en las neurociencias la plasticidad cerebral. En cualquier caso, en lo que se refiere a la comunicación entre los módulos es necesario concebir que en el cerebro viviente y consciente ocurra un flujo coherente de activación en cada momento. Llamemos a ese flujo *dinámica intermodular del cerebro* o en una traducción al inglés que proporciona una imagen apropiada al proceso, *brain intermodular dynamics* o bien BIRDS, que significa pájaros. ¿Por qué *pájaros*?

Las bandadas o parvadas de pájaros, junto con la conducta de las escuelas o cardúmenes de peces, los enjambres de insectos o las estampidas de manadas de mamíferos, conforman espectaculares eventos a la vez naturales y sociales que han llamado fuertemente la atención de los físicos. Los desplazamientos de la parvada constituyen una unidad en el sentido de que todos los individuos navegan al unísono y realizan simultáneamente los mismos giros e idénticas piruetas a grandes velocidades. La parvada mantiene su cohesión global mientras se desplaza o evade obstáculos. Por análisis de grabaciones de video y de películas de parvadas en movimiento se ha descartado la hipótesis de que un pájaro líder sea el que encabeza o inicia la coreografía de la parvada, pues los giros ocurren en todos los individuos en lapsos inferiores al tiempo de reacción que llevaría el percibir el movimiento del supuesto líder y de secundar su acción. De esta forma se puede hablar no sólo de un movimiento unificado, sino también de un fenómeno emergente, en el sentido de que la parvada se comporta como un solo individuo conformado por cientos o miles de unidades que actúan al unísono y de acuerdo con reglas que por el momento no son evidentes. De acuerdo con los modelos computacionales disponibles (Reynolds, 1987) es probable que los pájaros simplemente se alineen con sus vecinos. La conducta global sería entonces un efecto agregado de las trayectorias contingentes de los individuos. El movimiento de la parvada simulada por Reynolds surge de un modelo distribuido en el que cada actor individual nave-

ga en estricto arreglo con su ambiente local inmediato. Sin embargo, no existe aún una teoría acabada de cómo es que un grupo de pájaros individuales de movimiento potencialmente desordenado se transforma en una parvada unificada. Es muy probable que se trate de una dinámica propia de un sistema complejo fuera del equilibrio y esto es precisamente lo que parece particularmente interesante como modelo de la conciencia, un modelo que para explicar las propiedades fenomenológicas de la conciencia no tiene que recurrir a la mecánica cuántica, sino a los sistemas dinámicos.

La dinámica de la parvada es un ejemplo particular y notorio de propiedad emergente en el sentido de que una conducta muy compleja surge de un grupo de leyes locales relativamente simples. Los componentes locales son eminentemente no lineares, lo cual da como resultado una dinámica global a la vez ordenada y caótica, característica de la conducta de los grupos de seres vivos que se desarrolla en los límites del equilibrio y no es ni totalmente azarosa ni totalmente previsible. Una de las características de los modelos artificiales de la vida es precisamente la emergencia de efectos macroscópicos como resultantes de dinámicas locales estipuladas en los subsistemas. Esta aproximación ha tenido un gran éxito en la ciencia cognitiva basada en redes *conexionistas* con sus capacidades de aprendizaje sin una supervisión central (Churchland, 1995).

De gran interés para esta hipótesis de la parvada es la llamada *inteligencia del enjambre* (Swarm Intelligence, SI) que ha resultado un enfoque novedoso y promisorio de la *inteligencia artificial*, en especial de la *vida artificial*, la simulación de propiedades vivientes en la computadora. La inteligencia del enjambre es la propiedad de un sistema de conductas colectivas por medio de la cual los agentes interactivos, que no son necesariamente individuos inteligentes, se relacionan entre sí y con su medio causando la emergencia de pautas globales coherentes con verdaderas capacidades cognitivas no sólo en el sentido de resolución de problemas, sino incluso de memoria (Bonabeau *et al.*, 1999). De esta manera es posible conceptuar a un enjambre como un conjunto de agentes que a través de su comunicación mutua y su relación con el ambiente logran conjuntamente resolver problemas que no son capaces de solventar individualmente. Tareas tan conocidas como las columnas de hormigas que acarrean hojas o remueven obstáculos son ejemplos al caso e implican la ocurrencia de una memoria colectiva. El enfoque de la SI provee de una posible plataforma de exploración de conductas colectivas que resuelven proble-

mas sin la necesidad de un control centralizado o de una representación global. Tal conducta emergente autónoma justifica en buena medida la idea de que una conexión dinámica entre módulos basada ésta en la actividad de enormes poblaciones de neuronas pueda llegar a poseer capacidades cognitivas superiores como lo son la inteligencia, el conocimiento y la conciencia.

Ahora bien, a diferencia de las bandadas y los enjambres, el cuerpo y el cerebro no están conformados por agentes móviles sino relativamente fijos, en especial las células o neuronas, pero que, a través de sus comunicaciones, pueden constituir enjambres, verdaderas pautas espacio-temporales de actividad nerviosa o, según la festiva metáfora de Cajal (véase el epígrafe) "bulliciosas colmenas". En *La sabiduría del cuerpo* el eminente fisiólogo Walter Cannon había intuido hace 70 años que la cooperación fisiológica de tejidos distantes a través de las señales nerviosas y moleculares provee de una especie de inteligencia flotante al organismo. Jesper Hoffmeyer (1997) define a este tipo de enjambres funcionales y traslapados del cuerpo humano como *semióticos,* supongo que no en el sentido literal de que estén dotados de semántica, pero sí en el de que constituyen redes traslapadas y ordenadas de señales y de signos, fundamentos ambos de los significados.

Además de estos argumentos de orden general, el punto que parece importante resaltar ahora en consecuencia de estas evidencias y conjeturas es que, al adquirir características de bandada o enjambre, la dinámica intermodular del cerebro emularía las propiedades y los requerimientos *informacionales* del procesamiento consciente de información (cuadro I).

Por ejemplo, en referencia a la disponibilidad global y en similitud con la coreografía de la parvada o con el talento del enjambre se puede suponer que la dinámica intermodular del cerebro sea un proceso intensamente dinámico y apto para navegar, pulular, girar, escindirse o afluir a través del encéfalo. En concordancia necesaria con esta propiedad, el procesamiento consciente es capaz de acceder, coordinar e integrar múltiples mecanismos de información locales. En conjunto las dos capacidades explicarían la unidad, trayectoria, coordinación y asignación de información consciente. Ahora bien, tanto la dinámica intermodular del cerebro como el procesamiento consciente muestran propiedades típicas de un sistema dinámico unitario en el sentido de que, en similitud con el comportamiento de una parvada o enjambre, la primera constituye un proceso emergente, desatado, sin-

CUADRO I. COMPATIBILIDAD ENTRE LA DINÁMICA INTERMODULAR DEL CEREBRO Y EL PROCESO CONSCIENTE

Función	*Dinámica intermodular del encéfalo*	*Procesamiento consciente*
Disponibilidad global	Proceso tipo parvada o enjambre capaz de navegar, pulular, girar, escindirse o afluir a través del encéfalo	Capaz de acceder, coordinar e integrar múltiples mecanismos de información locales
Sistema dinámico	Proceso emergente, desatado, sincrónico, hipercomplejo, altamente coherente y tetradimensional	Proceso emergente, voluntario, unificado, complejo, cualitativo, narrativo
Sistema jerárquico	Emerge por la organización ascendente (*bottom-up*) del encéfalo y al influjo descendente (*top-down*) del contexto ambiental de la información	Neurológicamente maleable (*bottom-up*) y dependiente (*top-down*) del contexto social y ecológico de la información

crónico, hipercomplejo, altamente coherente y tetradimensional. Por su parte el procesamiento consciente es un proceso emergente, voluntario, unificado, complejo, cualitativo y narrativo. Dadas estas características concurrentes suponemos que se trata de dos caras de la misma moneda que a lo largo de la historia de la ciencia han determinado aproximaciones, abordajes y perspectivas diferentes pero que deben ser esencialmente complementarios.

En este punto conviene retomar lo estipulado en la primera sección: en tanto sistema emergente, la dinámica intermodular del cerebro surge por la organización ascendente (*bottom-up*) del encéfalo y por el influjo descendente (*top-down*) del contexto ambiental de la información. De la misma manera y por la misma razón el procesamiento consciente es por una parte neurológicamente maleable desde la base de la pirámide neurocognitiva (*bottom-up*) y por otra dependiente (*top-down)* del tejido social y ecológico de la información. Esta última característica plantea una ubicación o situación del

proceso consciente que requiere de otro modelo más inclusivo y que se presenta en la siguiente y última sección del presente escrito.

Finalmente, el modelo de la dinámica intermodular puede llegar a tener una comprobación empírica en cada uno de sus dos aspectos, lo cual eventualmente haría posible una correlación entre ellos en tiempo real. En efecto, bien se puede suponer que la dinámica intermodular pueda ser visualizada con imágenes cerebrales *cinemáticas* en un futuro próximo. Una película en tiempo real de la resonancia magnética funcional del cerebro, por ejemplo, revelaría precisamente la actividad dinámica entre zonas cerebrales específicas. Por el otro lado el proceso consciente podría ser evaluado con un análisis narrativo de los informes verbales en primera persona, como lo hemos planteado en otra parte ya mencionada arriba. La correlación momento a momento de estos dos registros podría establecer una aproximación verdaderamente psicofisiológica para desentrañar a un nivel de integración personal las relaciones entre conciencia y cerebro.

EL MODELO BIOPSICOSOCIAL DILUCIDADO: EL ORIGEN CONVERGENTE Y EL EFECTO DIVERGENTE DE LA CONCIENCIA

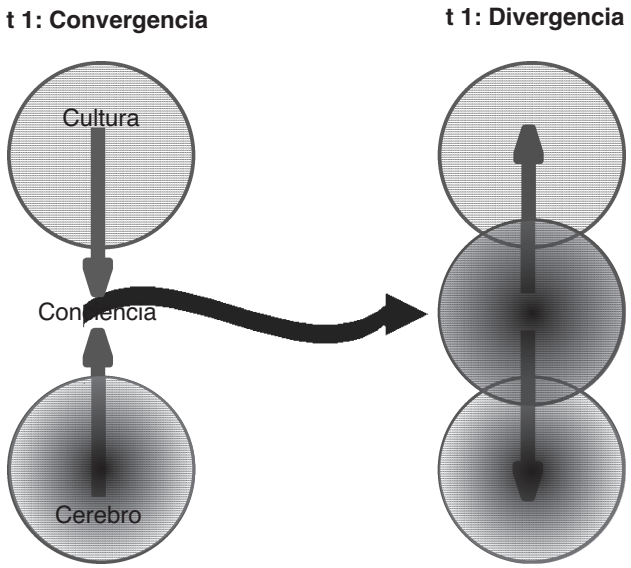
Como hemos visto en las últimas secciones, para cumplir con los requerimientos que plantea la fenomenología, los sistemas biológicos involucrados en la modulación y transmisión de información consciente deben ser sistemas neurodinámicos del más alto nivel de integración. Éstos no consisten sólo en la actividad general de neuronas específicas ni en la actividad organizada de vastas redes neuronales, sino que para su comprensión y *modelaje* es crucial la especificación de módulos cerebrales activados, de las conexiones entre ellos y, en particular, de las enérgicas pautas que los enlazan. Ahora bien, en el modelo que presento a continuación planteo que la dinámica intermodular por sí misma no puede explicar totalmente a la conciencia a no ser que esté organizada en la totalidad del cerebro, el cerebro en el organismo viviente y éste en interacción con su medio social y ecológico.

Este modelo se inserta sin duda dentro de una serie de concepciones tan tradicionales como inclusivas de la psicología y la psiquiatría, específicamente el llamado modelo biopsicosocial que se puede

rastrear desde varias propuestas de psicoanalistas como Franz Alexander o Erich Fromm. El modelo especificado posteriormente en referencia a los paradigmas médicos y psiquiátricos como una aplicación evidente de la Teoría general de los sistemas (Engel, 1977) concebía al ser humano como una unidad de los tres factores, el biológico, el psicológico y el social, y a la enfermedad, en especial a la enfermedad mental, como resultante de su intersección causal. Sin embargo, el modelo no estipulaba los mecanismos operativos de la integración, lo cual debe ser un requisito de todo modelo. El interés del que se plantea continuación es precisamente el de enumerar mecanismos o al menos funciones específicas para que el concepto biopsicosocial sea conceptualmente más verosímil y empíricamente más consecuente.

En el diagrama que sigue (figura 2) vamos a considerar tres ámbitos o sistemas distintos, representados por tres esferas situadas una sobre otra y que se intersecan verticalmente. La esfera inferior es un sistema biológico, fundamentalmente constituido por el cerebro; la esfera central es un sistema mental integrado por la conciencia y la esfera superior es un sistema social constituido por la cultura. Las ligas entre estos tres sistemas que en conjunto constituyen una triple

FIGURA 2. MODELO BIOPSICOSOCIAL



C (cerebro, conciencia y cultura) son abundantes y estrechas. En el esquema aparecen mínimamente sugeridas por el empalme, superposición o intersección de la esfera cerebral con la mental y de la mental con la social. Esto se justifica en el sentido de que no todo lo cerebral es base de lo mental, ni todo lo mental es base de lo cultural.

Un planteamiento crucial del modelo es que, en un primer momento (marcado como *t1* en la mitad izquierda de la figura), el origen de un proceso consciente, representado por la flecha gruesa y ondulada que se desplaza de izquierda a derecha en el centro del diagrama, necesita la convergencia del factor biológico o cerebral y del factor ambiental, social o cultural para surgir y desencadenarse. Esta convergencia está esquematizada por las flechas que ascienden de la esfera biológica y descienden de la social para encontrarse en el ámbito mental. Supongo aquí, con otros autores, que un acto mental consciente ocurre por la emergencia de un procesamiento de información cada vez más elaborado y complejo en la jerarquía ascendente de los sistemas cerebrales. En la sección anterior propusimos que el máximo nivel de integración de la función cerebral sería la dinámica intermodular y que esa dinámica corresponde al fundamento o contraparte nerviosa de la conciencia. Se trata entonces de una concepción emergentista modificada en el sentido de que aquello que brota de una destacada jerarquía de la función cerebral no es una conciencia descarnada, sino otra función más la cual por su complejidad es ya psicofísica, es decir, que resulta y se manifiesta dotada de un aspecto neurofisiológico y de un aspecto psicológico consciente en su acepción de sentir.

Ahora bien, no sólo es necesario que surja este procesamiento de la información "de abajo hacia arriba" (*bottom-up*) por el acoplamiento ascendente de los niveles de operación del sistema nervioso, sino que los contenidos y la intencionalidad de los actos mentales conscientes están también determinados "de arriba hacia abajo" (*top-down*) por el sistema social y cultural (Eisenberg, 1977; Bartra, 2004). Esto es evidente, por ejemplo, para el caso del lenguaje pues no sólo es necesaria la operación de un sistema neurológico evolutiva y ontológicamente desarrollado y adaptado para procesar el lenguaje, sino que es necesaria también la exposición a una lengua natural para que la función se desarrolle apropiadamente. Otro ejemplo: en el caso de una emoción particular, no sólo es necesaria la maquinaria nerviosa del sistema límbico y partes de la corteza del cerebro en operaciones, sino que ocurra un estímulo significativo además de una estipulación

largamente incorporada de las expectativas, ideologías o manifestaciones de la emoción aceptables en una cultura determinada para que se llegue a conformar la emoción particular. Esta concordancia de abajo hacia arriba de la información biológica y de arriba hacia abajo de la información social constituye entonces un requisito fuerte de *convergencia* para que pueda surgir un proceso particular de conciencia. No asumo, desde luego, que para cada acto de conciencia necesite verificarse, al mismo tiempo, una influencia cultural y social, pues ésta se encuentra ya inscrita mediante el aprendizaje y la memoria en la hechura y función del propio cerebro, como lo hemos visto antes para el caso del engrama.

Desde el momento en el que aparece, un proceso de conciencia tiene un desarrollo en el tiempo durante el cual ocurre una evolución discreta, advertida, alerta, explícita y lúcida de contenidos mentales, como ocurre en el modelo dinámico de la corriente de la conciencia desarrollado con anterioridad (Díaz, 1996). De hecho, esta flecha representativa de un proceso consciente en el presente diagrama corresponde plenamente al modelo dinámico derivado del concepto de William James de la corriente de la conciencia y que fuera presentado entonces. Desde luego que el desarrollo del proceso consciente no ocurre de manera descarnada o autónoma, sino que se correlaciona momento a momento y término a término con algún procesamiento de información propiamente nervioso, suponemos precisamente a aquel que se desarrolla entre módulos cerebrales en forma de una dinámica tipo parvada o enjambre.

Una vez que ha surgido y elaborado mediante contenidos específicos, el proceso intermodular y consciente es capaz en un segundo tiempo (*t2* en la parte derecha de la figura) de ejecutar una capacidad complementaria a la convergencia para influir tanto sobre los subsistemas cerebrales que le dieron origen, como sobre los sistemas sociales y culturales a través de la conducta o el lenguaje. Postulo aquí de manera directa y recia una capacidad causal de la conciencia. Dado que la conciencia no está concebida como un epifenómeno o un producto colateral, sino como un aspecto fenomenológico del emergente más encumbrado de los sistemas cerebrales, una vez que surge, este componente tendría no sólo las capacidades de navegación de una bandada de pájaros o de un enjambre en el encéfalo, sino propiedades causales hacia abajo de tal manera que, por ejemplo, una decisión conscientemente tomada, un deseo conscientemente aceptado, una creencia conscientemente ejercida, en tanto

tienen un aspecto neurofisiológico de la más alta jerarquía, pueden y deben influir en una cadena de eventos nerviosos que desemboquen en cambios fisiológicos, comportamientos, expresiones y acciones. Para que esto ocurra debemos postular que el procesamiento consciente tiene efectos causales sobre los sistemas motores del sistema nervioso central y éstos sobre los sistemas musculares que controlan el movimiento. Todo ello es posible porque el procesamiento consciente se considera un aspecto del procesamiento neurológico del más alto nivel de integración, un fenómeno con plenas capacidades causales y productivas sobre el funcionamiento de otros sistemas neurológicos, musculares o neuroendócrinos de menor jerarquía.

Por el otro lado, además de su productividad o causalidad *top-down*, esta capacidad expresiva de los sistemas conscientes a través del movimiento, del lenguaje y la acción del individuo tiene efectos diversos y potencialmente muy trascendentes sobre el sistema social y cultural. Esto es particularmente patente para las actividades creativas que se producen primero como un procesamiento consciente y luego se plasman o expresan mediante actos, expresiones, productos de arte o técnica hacia el medio social, cultural y ecológico afectándolo en mayor o menor medida. Esta capacidad causal de la conciencia tanto "hacia abajo", hacia los subsistemas cerebrales, como "hacia arriba", hacia el suprasistema social y ecológico, constituye una competencia divergente de los sistemas conscientes. En la mitad derecha (t2) del modelo la capacidad divergente está sugerida por las flechas que ascienden desde la esfera de la conciencia hasta el ámbito sociocultural y por las otras que de esa misma descienden hasta el sistema nervioso. Es entonces gracias a la propiedad convergente y a la propiedad divergente que los sistemas biológicos, psicológicos y sociales se encuentran estrechamente vinculados en la vida real.

El presente modelo intenta conciliar dos corrientes relevantes al tema de la conciencia que se han mostrado tradicionalmente antagónicas y aun hostiles en su entendimiento. Por una parte, la corriente biológica adjudica íntegra o predominantemente el fenómeno consciente a la operación del cerebro, sin la cual, en efecto, la conciencia no puede concebirse fuera de dimensiones puramente espirituales en el terreno de la teología y sobre las cuales no tengo aptitud o experiencia para disertar. Por otro lado las ciencias sociales consideran a la conciencia como un producto de la sociedad, de la ideología, de los valores, del lenguaje y, en una palabra, de la cultura en la que el individuo se gesta y expresa, lo cual es también un hecho sobresa-

liente de su naturaleza. El antropólogo Roger Bartra (2004) habla intrépidamente de un "exocerebro" para identificar a este conjunto simbólico del medio social en estrecha conjunción con la conciencia subjetiva. La tesis planteada en el presente modelo es que la conciencia no es fácilmente concebible sin el concurso histórico, fáctico, sistemático, consonante y constante de ambas esferas, la cerebral de índole biológica y la cultural de carácter social. De hecho, según se postula aquí, es la convergencia de los dos factores lo que determina a la conciencia.

Aunque se pueda concebir la aberración, propia de un relato de terror, de un cerebro vivo y aislado en una preparación fisiológica que detentara cierta actividad consciente, también se puede prever que tal actividad sería limitada, anómala, trastornada y embrionaria sin la confluencia del mundo social y ecológico en el que el individuo normalmente se inserta. La conciencia es, con el comportamiento, el vínculo entre el sistema nervioso y el sistema de signos de su espacio y cultura, vínculo que constituye no sólo un producto de los dos, sino un factor crucial y central para concretar la trayectoria de un individuo en el mundo.

La conciencia se concibe entonces no sólo como una especificación o determinación de influencias biológicas y sociales que convergen en su génesis y adelanto, sino también como un determinante poderoso y trascendente de contenidos biológicos y sociales. Y, hay que insistir en ello, no se trata de un emergente psíquico inmaterial, extrínseco o separado del cuerpo que por vías misteriosas influya sobre el devenir biológico y social, sino de un proceso inmanente y vital que en esencia es biopsicosocial. Por su naturaleza y principio el proceso existe y cursa dotado de estas tres esencias unificadas que hacen de éste un proceso viviente particular, una fuerza distintiva de la vida en este planeta que, en aras de esa inherencia, constituye finalmente la historia, es decir que la determina y es determinado por ella como parte primordial de su devenir.

La fuerza o el poder de desenvolvimiento y desarrollo son inherentes a la conciencia precisamente por constituirse mediante la convergencia de funciones biológicas del más alto nivel de desarrollo con funciones sociales altamente especificadas y codificadas en la cultura y su historia. Además, el impulso de la conciencia surge y existe como un fenómeno vital abocado al mundo interno del individuo y al mundo externo de la comunidad y el ambiente humanos. Este devenir lúcido, esta cinemática espontánea a la vez biológica y

social es lo que provee a la conciencia de diversas características psicológicas sorprendentes, como son la libertad de acción, la capacidad de conocimiento o la introspección. De esta manera la conciencia se erige como el epicentro de la personalidad y de la sociedad humana.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue elaborado durante dos comisiones que disfruté, antes de incorporarme a él y proveniente del Instituto de Neurobiología, al Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, Facultad de Medicina, ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México. Agradezco a los dos grupos, en especial al doctor Carlos Viesca, su apoyo al proyecto sobre la conciencia que dio origen al presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Leefmans, F. J., *Las neuronas de don Santiago*, México, Pangea Editores, 1994.

Bartra, R., "El exocerebro: una hipótesis sobre la conciencia", *Ludus Vitalis*, 23, 2005, pp. 103-117.

Bonabeau, E., M. Dorigo y G. Théraulaz, *Swarm intelligence: from natural to artificial systems*, Oxford University Press, 1999.

Churchland, P. M., *The engine of reason, the seat of the soul*, Cambridge, Mass., MIT, Press, 1995.

Chalmers, D. J., *The conscious mind*, Oxford, Oxford University Press, 1996.

Crick, F., y C. Koch, "Toward a neurobiological theory of consciousness", *The Neurosciences*, 2, 1990, pp. 263-275.

———, "Are we aware of neural activity in primary visual cortex?", *Nature* 375, 1995, pp. 121-123.

Díaz, J. L., "The stream revisited: A process model of phenomenological consciousness", en S. Hameroff, A. Kaszniak y A. Scott (eds.), *Toward a Scientific Basis of Consciousness*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1996.

———, "Mind-body unity, dual aspect, and the emergence of consciousness", *Philosophical Psychology*, 13, 2000, pp. 393-403.

Díaz, J. L., R. Paniagua y E. Díez Martínez, "El texto fenomenológico como objeto de análisis de los procesos conscientes", *Salud Mental*, 21, 1998, pp. 14-26.

Eisenberg, L., "The social construction of the human brain", *American Journal of Psychiatry*, 152, 1977, pp. 1563-1575.

Goodman, A., "La teoría de la unidad orgánica: el problema mente cuerpo replanteado", en J. L. Díaz y E. Villanueva (eds.), *Mente cuerpo*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.

Hoffmeyer, J., "Proceedings of the Fifth Congress of the International Association for Semiotic Studies", Irmengard Rauch and Gerald F. Carr (eds.), en *Semiotics Around the World*, Berlín/Nueva York, Mouton de Gruyter, 1997, pp. 937-940.

Kuffler, S. W., y J. G. Nicholls, *From neuron to brain*, Sunderland, MA, Sinauer Associates, 1976.

Levine, J., "Materialism and qualia. The explanatory gap", *Pacific Philosophical Quarterly*, 64, 1983, pp. 354-361.

Mainzer, K., *Thinking in complexity. The complex dynamics of matter, mind, and mankind*, Nueva York, Springer-Barlag, 1994.

Raichle, M. E., "Exploring the mind with dynamic imaging", *The Neurosciences*, 2, 1990, pp. 307-315.

Reynolds, C. W., "Flocks, herds and schools: a distributed behavioral model", *Computer Graphics* 21 (4), 1987, pp. 28-34.

Scott, A., *Stairway to the Mind*, Nueva York, Springer-Verlag, 1988.

Shallice, T., *From neuropsychology to mental structure*, Cambridge, Mass., Cambridge University Press, 1988.

Velmans, M., "Is human information processing conscious?", *Behavioral and Brain Sciences*, 14, 1991, pp. 651-726.

Zeki, S., *A vision of the brain*, Londres, Blackwell Scientific Publications, 1993.

COMENTARIO AL TRABAJO *HOW MOLECULES MATTER TO MENTAL COMPUTATION* DE PAUL THAGARD*

RUY PÉREZ TAMAYO

Thagard ha publicado una revisión sobre la conveniencia de incluir el nivel molecular en los modelos computacionales de la conciencia. El trabajo se divide en ocho partes, que son: 1) *Introducción*, 2) *Modelos de la mente*, 3) *Células y proteínas*, 4) *Neurotransmisores*, 5) *Neuromoduladores*, 6) *Conocimiento emocional*, 7) *Inteligencia artificial*, y 8) *Conclusión*. El artículo está precedido por un resumen que sintetiza muy bien la tesis general del autor, que dice:

Casi todos los modelos computacionales de la mente y del cerebro ignoran los detalles de los neurotransmisores, de las hormonas y de otras moléculas. Este desprecio de la neuroquímica por la ciencia cognitiva se justificaría si las propiedades computacionales del cerebro relevantes para explicar las funciones mentales fueran de hecho eléctricas en vez de químicas. Pero existen numerosos datos de que la complejidad química sí importa en la computación cerebral, incluyendo el papel de las proteínas en la computación intracelular, la operación de las sinapsis y de los neurotransmisores, y los efectos de los neuromoduladores como las hormonas. La computación neuroquímica tiene implicaciones para entender las emociones, el conocimiento y la inteligencia artificial.

La *Introducción* amplía a dos párrafos los conceptos anteriores. En la sección *Modelos de la mente* el autor señala que aunque la máquina de Turing y otros modelos equivalentes son muy útiles para entender qué es la computación, no alcanzan a explicar las funciones mentales, como puede ser resolver problemas o el uso del lenguaje. Para ello se han introducido otros modelos que postulan ciertas reglas, como representaciones mentales, o procesos de computación especiales que operan siguiendo las reglas. Otros modelos incluyen conceptos, analogías, imágenes visuales o redes neuronales, y muchos se basan en el

* Publicado en *Philosophy of Science 69*, 2002, pp. 429-446.

fenómeno de *activación* neuronal, que es la velocidad a la que una neurona envía una señal a otra. Los modelos que sólo toman en cuenta la velocidad de activación son menos complejos que los que agregan el patrón de esa actividad. Por ejemplo, una neurona que en cinco tiempos dispara tres veces y los otros dos tiempos descansa, puede disparar siguiendo el patrón 10 101 o bien 11 100, lo que puede representar una diferencia funcional importante. Thagard establece una jerarquía de los modelos de la mente, yendo del más simple (máquina de Turing) hasta el más complejo (red neuronal sincronizada) señalando que con cada aumento en complejidad se gana capacidad explicativa. Su tarea consistirá en mostrar que lo mismo ocurre cuando se agrega la dimensión química a las redes neuronales. En un párrafo aclaratorio señala:

> No estoy sugiriendo que los modelos moleculares deben prevalecer sobre los anteriores. Los modelos son como los mapas, que deben corresponder a la realidad pero que varían grandemente en el nivel de detalle que es útil para cada propósito. Para determinar que Italia está al sur de Suiza, un mapa del mundo a pequeña escala es suficiente, mientras que para ir de excursión en los Alpes es mejor uno mucho más detallado. De manera semejante, hay aspectos de la computación mental que se describen en forma conveniente y precisa por medio de sistemas de reglas y con redes neurológicas eléctricas tradicionales, pero también hay aspectos para cuya explicación es útil descender al nivel molecular.

En la siguiente sección, *Proteínas y células,* Thagard presenta un esquema sobre el manejo de la información por las células al nivel molecular. Señala la existencia de receptores específicos en la superficie celular, de mecanismos de transducción que activan enzimas, que a su vez generan otras moléculas que pueden salir de la célula como mensajes para la misma célula (señales *autocrinas*) a otras células cercanas (señales *paracrinas)* o a células distantes (señales *endocrinas)*. Éste es un campo en crecimiento explosivo en biología, con literalmente cientos de moléculas ya identificadas que son producidas por unas células y que tienen los más variados efectos (con frecuencia hasta opuestos) en otras células. De pronto nos dimos cuenta (hace unos 20 años) que las células que no están unidas no tienen otra manera de comunicarse entre sí que por medio de mensajes moleculares. La idea no era nueva, pues las hormonas (que son precisamente mensajes moleculares) se conocen desde hace dos siglos.

Pero se pensaba que eran mensajes específicos, más o menos privados y limitados en número. Ahora el concepto ha tenido que ampliarse considerablemente, porque resulta que las células emiten y reciben centenares de mensajes en forma continua. Citocinas, interleucinas, factores de crecimiento, y muchos otros más. En sus siguientes dos secciones, *Neurotransmisores y Neuromoduladores*, Thagard señala que las moléculas agregan por lo menos mayor complejidad a las tres propiedades de los modelos de redes neuronales eléctricos, que son la capacidad de procesamiento interno de la red, la topografía de la red, y el comportamiento temporal de la red. Es obvio que la compleja maquinaria bioquímica, involucrada en el manejo intra y extracelular de la información, agrega no sólo mayor complejidad sino más puntos de control funcional, que el simple mecanismo de Turing de encendido y apagado de las neuronas. Hay por lo menos cuatro tipos o niveles diferentes de mensajeros en la transducción de un mensaje externo al interior de una célula: el *primer* mensajero es el neurotransmisor o citosina u hormona que se une al receptor, el *segundo* mensajero es con frecuencia el AMP cíclico, que a su vez activa un *tercer* mensajero; por ejemplo una enzima que fosforila una proteína y a ésta, a su vez, estimula la síntesis de otra proteína, o modifica la permeabilidad celular, o completa el mecanismo de secreción de otro mensaje.

También la distribución topográfica de las distintas sustancias químicas a lo largo de vías específicas del sistema nervioso agrega otra dimensión de complejidad a la ya considerable de la arquitectura histológica del sistema nervioso central. Esto se pone de manifiesto de manera dramática en enfermedades como el síndrome de Parkinson, debido a la ausencia de dopamina (un neurotransmisor) en un sitio específico del cerebro (la sustancia nigra), o algunas formas de depresión, debidas a la disminución de serotonina. Las sinapsis químicas tienen dos ventajas sobre las puramente eléctricas, que son la amplificación de la señal (cuando una neurona influye en la contracción de un grupo de células musculares) y la computación de las señales, que pueden ser múltiples y de signos opuestos, y que la neurona receptora debe integrar antes de decidir responder o no. Las sinapsis químicas también operan en tiempos diferentes, dependiendo del tipo de neurotransmisor, desde milisegundos a segundos, y tomando en cuenta a los neuromoduladores, la amplitud del tiempo de acción es todavía mayor.

Sin embargo, creo que la propuesta más interesante de Thagard

se encuentra en la sección *Emoción y conocimiento*. El autor sostiene que hasta ese momento sus argumentos apoyan que la nuroquímica debe influir de manera importante en la computación cerebral, pero todavía no ha mencionado ni cómo ni en qué procesos computacionales del cerebro participa.

> Hay pocas pruebas directas de que las computaciones mentales del más alto nivel involucradas en la solución de problemas estén influidas por neurotransmisores o neuromoduladores. Sin embargo, hay datos sustanciales de que estos neurorreguladores son importantes para las emociones, y también hay datos de que las emociones afectan en forma importante la solución de problemas y el aprendizaje.

Thagard señala a continuación una serie de ejemplos en los que la administración de un neurotransmisor induce un cambio emocional, como la producción de miedo o furia con ácido glutámico, la disminución de angustia con GABA, los estados emocionales intensos con dopamina, y la sensación de peligro inminente con adrenalina. También señala a ciertos neuromoduladores como la influencia de los estrógenos en el comportamiento sexual femenino y en ciertos estados agresivos, o la influencia de la oxitocina en el comportamiento maternal, y desde luego los efectos bien conocidos de los médicos psicobiólogos, que tratan la depresión con drogas como Prozac, cuyo efecto es prolongar la acción sináptica de dopamina y serotonina, o los inhibidores de la MAO, que tienen el mismo efecto porque no degrada (o degrada menos) a los mismos neurotransmisores. Thagard concluye:

> Los sentimientos de felicidad, de tristeza, de miedo, de enojo o de disgusto surgen de la actividad cerebral por mecanismos que todavía desconocemos, pero las distintas formas en que las sustancias neuroquímicas influyen en las emociones sugieren como improbable que la conciencia emocional surja sólo como consecuencia de las actividades eléctricas del cerebro.

El argumento de Thagard sigue apoyado en datos psicológicos que sugieren que las emociones y los procesos cerebrales superiores como el aprendizaje, la toma de decisiones y la solución de problemas no son sistemas separados. Revisar estos datos *nos tomaría un libro* pero de todos modos ofrece algunos ejemplos de la influencia benéfica de una actitud "positiva" (*a positive affect*) en la solución de pro-

blemas, tanto creativos como de negocios, en la sensación de bienestar y en la evaluación de la calidad de los líderes políticos. Existen datos de que una actitud positiva se acompaña de aumento en los niveles cerebrales de dopamina. "*Muchos lectores de este artículo están familiarizados con la facilitación en la capacidad para resolver problemas que trae el uso de la cafeína, que bloquea al neurotransmisor inhibidor adenosina.*" Finalmente, Thagard cita un próximo artículo de su autoría en donde sugiere que tanto el pensamiento legal como el científico son esencialmente emocionales.

Respecto a la *Inteligencia artificial*, Thagard duda que las computadoras del futuro logren reproducir la inteligencia humana, pues aunque alcancen la velocidad de computación atribuida actualmente al cerebro (calculada para ocurrir en el año 2020, pero que Thagard, con base en la mayor complejidad procesal introducida por la neuroquímica, coloca en 2060), no podrán incluir un programa que haga lo que las emociones hacen en los seres humanos. Pero aun si eso llegara a ocurrir, dice Thagard:

> Existe una nueva corriente de interés en IA en las emociones, que sin embargo son tratadas por los investigadores como simbólicas o eléctricas, en vez de considerarlas como fenómenos químicos. La complejidad de las emociones humanas, basadas en interacciones recíprocas entre los sistemas neurales, hormonales e inmunológicos, pueden resultar demasiado complejas para que el ser humano pueda programarlas, y también demasiado complejo este programa creado por seres humanos para evolucionar.

Pero Thagard no es pesimista. Al final de su artículo señala que ya existen los medios para hacer computadoras inteligentes, aunque sea sólo en campos especiales, como la computadora de la IBM que se convirtió en la campeona mundial de ajedrez. Aunque agrega que este tipo de computadoras no podrá tener todas las capacidades mentales humanas, ni nada remotamente parecido a la conciencia humana, porque esta última está íntimamente ligada a las emociones y éstas a su vez dependen de la neuroquímica. Por eso, sin abandonar sus ideas y técnicas tradicionales, es tiempo de que la psicología y la filosofía de la mente se hagan como la biología y la medicina actuales: *moleculares*.

UN MODELO CUÁNTICO DE LA CONCIENCIA

EUGENIO FRIXIONE

EL PROBLEMA

El tema de la conciencia constituye uno de los problemas más arduos y controvertidos en la ciencia contemporánea. Si el número de hipótesis diversas y a menudo absolutamente inconciliables entre sí es un índice o un reflejo del grado de ignorancia colectiva acerca de un asunto dado en cierto momento, sin duda la cuestión de la conciencia ocupa hoy uno de los primeros lugares en oscuridad. No obstante, pocas opiniones objetarán que dicha facultad es una propiedad *emergente*, o dependiente en alguna forma, del sistema nervioso central, específicamente del encéfalo. Es decir, ya nadie supone –como creían Aristóteles y otros precursores– que el centro de la conciencia pueda residir en el corazón o en cualquier otro órgano del cuerpo. Por otra parte sabemos que el encéfalo, al igual que el resto del sistema nervioso, es un tejido constituido por diversos tipos de células; y que entre éstas únicamente las neuronas muestran la conectividad indispensable para funcionar como un medio para la conducción, transmisión e integración eficientes de señales entre distintos puntos anatómicos. En otras palabras, tal como demostró Santiago Ramón y Cajal hace aproximadamente cien años (Ramón y Cajal, 1899-1904), el sistema nervioso es ante todo una red de neuronas contiguas aunque no continuas entre sí. Por consiguiente, nuestra comprensión del fenómeno de la conciencia deberá partir necesariamente de consideraciones acerca de las neuronas, y de la manera en que éstas manejan la información.

En las páginas que siguen se resumen los rasgos esenciales de una teoría relativamente reciente que, como otras, asienta también en las neuronas el fenómeno de la conciencia, pero mediante mecanismos por completo diferentes del esquema convencional de funcionamiento de las células nerviosas. Dicho modelo, en cuya defensa coinciden el físico británico Roger Penrose y el neurofisiólogo y anestesiólogo estadunidense Stuart Hameroff, supone que el fundamento

de la conciencia es explicable mediante procesos de naturaleza cuántica que ocurren en el interior de las neuronas. El presente capítulo presenta los aspectos fisiológicos de esta novedosa propuesta y a continuación, en el capítulo siguiente, el doctor Jorge Flores Valdés examinará algunas cuestiones en torno a la física subyacente.

ESTRUCTURA GENERAL DE LA NEURONA

Al igual que toda célula, una neurona consta de tres partes principales: 1) la llamada membrana plasmática, que como una delicada piel recubre por entero la célula y constituye el límite de su extensión en el espacio; 2) el citoplasma contenido dentro de la membrana plasmática (antes conocido como protoplasma), donde se desarrolla la actividad metabólica, y 3) un núcleo donde se almacena la información genética (para una revisión global y accesible de neurobiología contemporánea, véase Kandel y cols., 1995). Una peculiaridad de las neuronas, sin embargo, es que muestran lo que Cajal llamó "polarización dinámica", es decir, que están construidas de tal manera que poseen siempre un extremo especializado en recibir o generar información nerviosa, seguido por una porción lineal capaz de conducir rápidamente dicha información, y terminan en un polo transmisor que comunica esa información al elemento subsiguiente en la red neural. La polarización dinámica impone así una direccionalidad específica al tránsito de señales a través de la red. Esta direccionalidad determina entonces que, salvo en casos particulares, cada neurona sea un eslabón de convergencia y de divergencia de información, así como un punto de decisión dentro de la red (figura 1). En otras palabras, cada neurona del sistema nervioso central recibe por lo general señales de otras muchas neuronas y puede a su vez transmitir señales a otras muchas células. Sin embargo, en cada caso la transmisión dependerá de que ella misma "decida" hacerlo, como se verá más adelante. Por consiguiente, cada neurona representa una válvula dinámica e independiente en el flujo de información nerviosa.

La investigación de los últimos 60 años ha demostrado que las señales nerviosas se reciben, discurren y transmiten mediante procesos que tienen lugar en la membrana plasmática en la superficie de las neuronas. Éstas pueden tener formas diversas, pero casi todas ellas son células muy ramificadas como resultado de una optimiza-

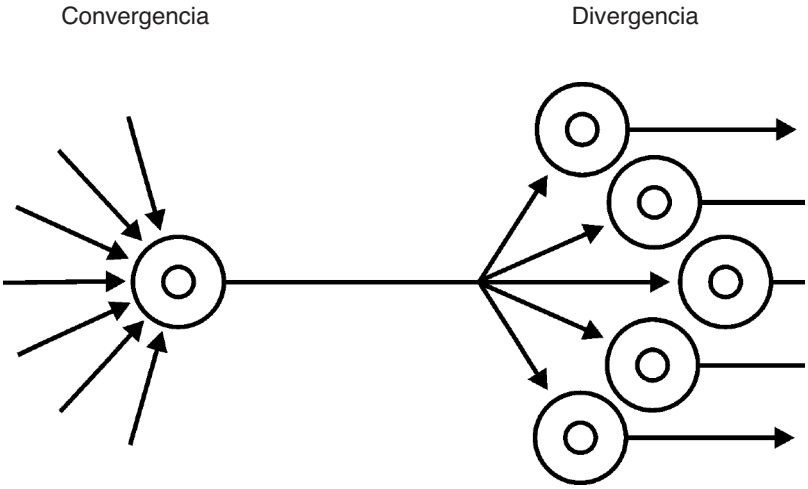


FIGURA 1. Cada neurona en el sistema nervioso central es un centro de convergencia de señales nerviosas procedentes de muchas otras neuronas, a la vez que una fuente para la distribución de información nerviosa hacia muchas otras células. Cada neurona es además una válvula decisiva en la transmisión de las señales, ya que éstas no progresarán a menos que la neurona "decida" comunicarlas a los elementos siguientes en la red neural (véase el texto).

ción funcional durante la evolución (figura 2A). Las neuronas adoptan tales formas, a veces sumamente caprichosas, porque la ramificación incrementa mucho la relación superficie-volumen. Una cantidad moderada de citoplasma, que ocupa relativamente poco espacio, puede así sostener el abastecimiento metabólico de una enorme superficie para el manejo de la información nerviosa.

A su vez, esta conveniencia morfológica es posible gracias al desarrollo igualmente ramificado de un armazón intracelular de componentes fibrosos que actúa como un soporte estructural del citoplasma (figura 2B). Como toda célula, las neuronas poseen un *citoesqueleto* interno que contribuye a mantener su morfología, aparte de desempeñar otras funciones importantes. El citoesqueleto permite no sólo que el citoplasma fluido y la membrana plasmática crezcan y se sostengan en forma de largas prolongaciones, sino que sirve además como una suerte de andamiaje para el transporte bidireccional de materiales por el interior de tales extensiones. Dado que tanto la formación como el abastecimiento metabólico de cada rama, derivación secundaria o pequeña espina de la neurona (por minúsculas que sean) requieren de la presencia de una porción del citoesqueleto,

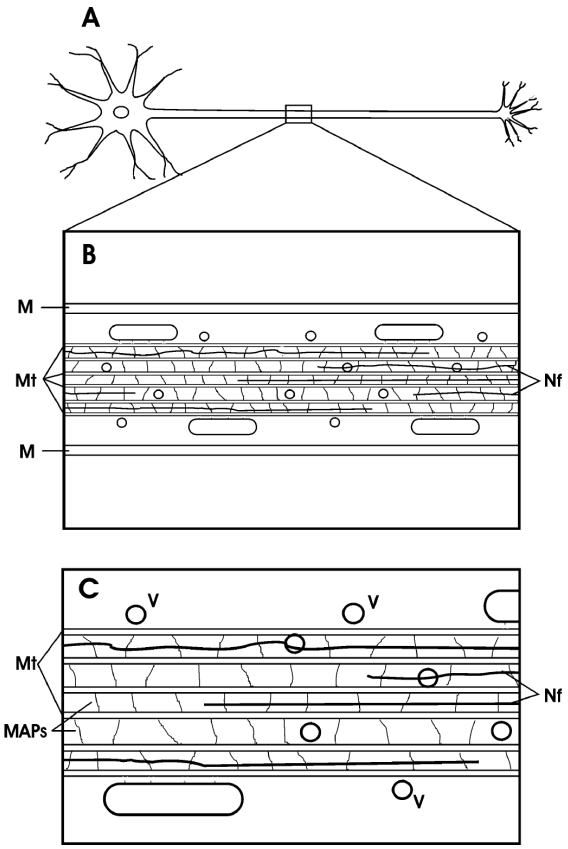


FIGURA 2. Estructura general de una neurona. A. Célula muy ramificada, en general con numerosas proyecciones de relativamente corto alcance llamadas *dendritas*, y una larga prolongación llamada axón o fibra nerviosa. La línea que define el dibujo representa la membrana plasmática (M en B) que limita la célula, donde ocurren los procesos bioeléctricos implicados en la conducción de impulsos nerviosos y su transmisión hacia otras células. B. Amplificación de un segmento del axón para ilustrar una parte del citoesqueleto neuronal, constituido principalmente por *microtúbulos* (Mt) longitudinales vinculados entre sí mediante proteínas asociadas (MAPs) que forman puentes radiales. Este armazón se halla además fortalecido por la presencia de neurofilamentos (Nf) paralelos a los microglóbulos que contribuyen a estabilizar el conjunto. El citoesqueleto brinda un soporte estructural interno a toda la célula, y ofrece un andamiaje para el traslado bidireccional de vesículas (V) y otros organelos citoplásmicos por medio del trabajo mecánico de motores moleculares. Según el modelo que nos ocupa en este capítulo, los microtúbulos y sus interconexiones podrían actuar, además, como sustrato para la conciencia. C. Ampliación mayor de la región central en B.

éste es coextensivo con la totalidad de la célula. Ahí donde llega el extremo último de una ramificación cualquiera de la membrana, hasta allí alcanza también necesariamente algún componente del citoesqueleto, que confiere consistencia y estabilidad estructural a dicha extensión citoplásmica.

Este último punto es particularmente importante en este contexto porque, como veremos después, la originalidad de la hipótesis de Penrose y Hameroff estriba en proponer que son ciertos elementos del citoesqueleto los que ofrecen el sustrato anatómico para la experiencia consciente. A fin de poder estimar mejor la singularidad de esta propuesta, detengámonos antes brevemente en los principios generales del manejo de información nerviosa por las neuronas, conforme al modelo convencional.

MECANISMOS NEURALES CONVENCIONALES

La información nerviosa se comunica a través de breves oscilaciones eléctricas generadas y propagadas por la membrana plasmática en la superficie de las neuronas. Para ello, las neuronas aprovechan una asimetría de composición salina que todas las células mantienen entre su citoplasma y el líquido en el medio circundante. La frontera efectiva entre estos dos fluidos es precisamente la membrana plasmática, que separa el interior de la célula con respecto al exterior y ejerce un estricto control migratorio sobre todo aquello que entra o sale a través de ella. Esta tarea corre a cargo principalmente de grandes proteínas situadas en la propia membrana, las cuales capturan ciertas sustancias en solución por un lado y las liberan por el otro como un mecanismo de transporte entre el interior y el exterior de la célula. La operación ininterrumpida de estas proteínas establece grandes diferencias de composición química entre los líquidos presentes en ambos lados de la membrana plasmática. Una de estas diferencias es la concentración de simples iones inorgánicos como sodio y potasio, es decir, átomos libres que carecen de uno o más electrones y por lo tanto manifiestan una carga eléctrica neta positiva, lo cual les permite estar disueltos en medios acuosos.

Esta asimetría en las concentraciones de iones a ambos lados de la membrana plasmática, común a todas las células, tiene consecuencias eléctricas por el hecho de ser los iones partículas libres con carga

eléctrica neta. En la medida en que tales partículas puedan difundir a través de la membrana plasmática, debido simplemente a sus respectivas diferencias de concentración en ambos lados de la misma, trasladarán con ellas sus correspondientes cargas eléctricas. Este movimiento de carga eléctrica se ve facilitado en las membranas plasmáticas llamadas *excitables* (como las que poseen las neuronas típicas y las fibras musculares) gracias a la presencia en ellas de otra clase de grandes proteínas que actúan como compuertas para el flujo selectivo y condicionado de ciertos iones en particular. La apertura transitoria de estas compuertas (llamadas canales iónicos) permite una rápida corriente de las cargas eléctricas llevadas por los iones respectivos a través de la membrana plasmática, sea hacia adentro o hacia afuera de la célula en función de las concentraciones correspondientes. Estas breves fluctuaciones eléctricas, que se propagan rápidamente a lo largo de la fibra nerviosa debido a un proceso de activación progresiva de los canales iónicos, constituyen un impulso nervioso.

En condiciones fisiológicas este impulso eléctrico se origina en el extremo receptor o generador de información de la neurona, y avanza a lo largo de la misma hasta el extremo transmisor. En esta última región, donde las ramificaciones terminales de la neurona hacen contacto con las neuronas subsiguientes, la llegada del impulso nervioso pone en marcha una serie de procesos locales. En cada una de estas regiones de contacto intercelular, llamadas técnicamente *sinapsis*, la terminal nerviosa encierra numerosas vesículas que contienen una sustancia química conocida con el nombre genérico de *neurotransmisor*. La invasión de la terminal sináptica por la excitación del impulso nervioso causa la apertura transitoria de canales de calcio en su membrana plasmática, y el consecuente ingreso de dicho ión a la célula pone en marcha un complejo mecanismo molecular que promueve el vaciamiento del contenido de las vesículas hacia el medio extracelular.

Las moléculas del neurotransmisor así liberadas difunden entonces a través del estrecho espacio que separa la terminal presináptica de la neurona postsináptica, y se asocian con proteínas receptoras específicas en la membrana plasmática de esta última. Esta asociación molecular determina que se abran ahora canales iónicos en la membrana de la neurona postsináptica, lo cual facilita el flujo de los iones correspondientes con sus respectivas cargas, produciéndose con ello una alteración eléctrica de dicha membrana en ese punto. Algunos neurotransmisores producen un cambio eléctrico en sentido excitatorio,

mientras que otros tienen un efecto inhibitorio. Dado que una neurona típica del sistema nervioso central recibe múltiples contactos sinápticos (tanto excitatorios como inhibitorios) que se activan de manera independiente, la membrana postsináptica sometida a estas influencias se encuentra en un estado de fluctuación eléctrica incesante. Y cuando –y sólo si– el cambio eléctrico alcanza un cierto nivel llamado *umbral de excitación* en el inicio del axón o fibra que parte de la neurona postsináptica, ésta dispara a su vez un impulso nervioso que se propagará rápidamente hasta sus propias terminales sinápticas, las cuales hacen contacto con las neuronas que le siguen en la vía o red de la cual forma parte. Cada neurona constituye así, como se señaló antes, un nodo de integración y un punto de decisión para la transmisión de señales nerviosas.

BASES NEURALES DE LA CONCIENCIA SEGÚN EL MODELO CONVENCIONAL

De acuerdo con casi todos los modelos prevalecientes, la conciencia, así como cualquiera otra de las llamadas facultades superiores del sistema nervioso (memoria, aprendizaje, inteligencia, etc.), debe ser explicable en principio con base en los mecanismos antes descritos (véase Kandel y cols., 1995). Pero hasta ahí llega la coincidencia entre las diferentes teorías. Las divergencias se presentan en casi todo lo demás, comenzando con la concepción misma del término "conciencia", porque su definición es considerablemente más problemática que las de esas otras facultades superiores del sistema nervioso ya mencionadas.

Si se acepta tentativamente, no obstante, la sencilla definición vigente de diccionario como "acto psíquico por el que un sujeto se percibe a sí mismo en el mundo" (Real Academia Española, 2001/2004), entonces la *conciencia* debe ser en buena medida un producto de la estimulación simultánea de las vías nerviosas sensoriales, que comprenden no sólo los órganos de los sentidos situados en la cabeza (vista, oído, olfato y gusto), sino también las diversas capacidades perceptivas procedentes del cuerpo en su conjunto. Es bien sabido que en la corteza cerebral del hombre y de los vertebrados superiores hay áreas discretas donde se encuentra una correspondencia punto por punto de prácticamente toda la superficie corporal. La integración de estas señales múltiples provenientes de diferentes regiones del espacio

a través de las distintas vías sensoriales debe contribuir a la percepción subjetiva del centro común de todas ellas como un núcleo individual.

A este componente *espacial* de la conciencia es preciso añadir un componente *temporal* que permite la continuidad, es decir, el *flujo* aparentemente ininterrumpido de la conciencia durante la vigilia. Esto puede suponer la activación diferencial o secuencial de distintas vías sensoriales, la sumación de percepciones sucesivas, la reverberación de señales nerviosas en las redes neuronales, y sobre todo la bien conocida aunque todavía mal comprendida *potenciación sináptica* de largo plazo. Este fenómeno consiste en que la activación repetitiva de una sinapsis dada determina en esa misma sinapsis una respuesta incrementada ante un estímulo similar presentado posteriormente, pudiendo perdurar dicha facilitación por horas o incluso días después del condicionamiento inicial. Todo ello pudiera contribuir a que el estado consciente continúe de un momento al siguiente durante todo el tiempo en que el cerebro esté "despierto", es decir, mientras no pierda la conciencia y quede *in-consciente, sea de manera normal (sueño) o patológica (coma)*.

Los argumentos a favor de este punto de vista son fundamentalmente de dos clases: 1) las sustancias o condiciones que influyen sobre los procesos sinápticos alteran también la conciencia (*v. gr.*, intoxicación con drogas o alcohol, anestesia general, anoxia o hipoxia, etc.); y 2) las alteraciones de la conciencia se reflejan en cambios mensurables en la actividad eléctrica cerebral *(v. gr.*, sueño fisiológico, hipnosis, desmayo, coma, epilepsia, trastornos psicóticos, etcétera).

Las interpretaciones precisas acerca de cómo puede emerger la conciencia a partir de este aparato neural varían mucho según las diferentes escuelas de que se trate. Todas ellas, sin embargo, consideran que la conciencia es a fin de cuentas un resultado de impulsos eléctricos propagados a lo largo de las células nerviosas, y que pueden o no dar origen a nuevos impulsos en las células inmediatas a través de las diferentes vías informativas. Todos los procesos implicados ocurren en la membrana plasmática, o sea en la superficie de las células nerviosas.

MODELO ALTERNO: EL CITOESQUELETO DE MICROTÚBULOS COMO SUSTRATO DE LA CONCIENCIA

En contraste con lo anterior, el modelo de conciencia que preconizan Penrose y Hameroff (Hameroff y Watt, 1982; Hameroff *et al.*,

1986; Hameroff, 1994; Hameroff y Penrose, 1996; Penrose, 1989, 1994a, b; Penrose y Hameroff, 1995), no ocurre en el nivel de la membrana de las neuronas, sino en un componente intracelular que no desempeña papel alguno de primera importancia en las otras explicaciones. Este componente es el citoesqueleto que, como se señaló arriba, es coextensivo con la totalidad de cada neurona y por lo tanto con su membrana plasmática.

Esta hipótesis descansa sobre tres premisas generales. La primera de ellas es el reconocimiento de que la conciencia no es una singularidad del hombre y de los animales superiores. Por el contrario, parece presentarse como una gradación continua en el mundo viviente, por debajo y por encima del cerebro humano. Existe evidentemente una conciencia supra-individual en la comprensión del universo por la humanidad en su conjunto, conciencia superior que tiene su máxima expresión en la comprensión matemática. Por otro lado, hay también indicios de una conciencia primitiva en organismos relativamente simples e incluso en células solitarias de vida libre, como los protozoarios, que son capaces de orientarse con respecto a una fuente de iluminación o de encontrar su camino a través de obstáculos, sin contar con el beneficio de órganos de los sentidos ni una sola sinapsis.

Una segunda premisa de este modelo alternativo de la conciencia es que, al nivel celular, la capacidad de percatarse parece estar íntimamente relacionada con el citoesqueleto. En los protozoarios y otros organismos unicelulares de vida libre antes mencionados, por ejemplo, la presencia de nutrientes o sustancias nocivas en el medio es detectada directamente a través de proteínas receptoras en la membrana plasmática, y esto pone en marcha patrones de locomoción de acercamiento o alejamiento que son ejecutados por elementos del citoesqueleto. Dado que la presentación repetitiva de los estímulos respectivos suele conducir a una disminución de tales respuestas conductuales, puede aceptarse que hay una adaptación o habituación del organismo a dichos estímulos, lo cual implica la existencia de una cierta "memoria" primitiva. Y no hay razón alguna para que esta vinculación entre procesos que ocurren al nivel de la membrana plasmática y ciertas respuestas asociadas del citoesqueleto esté restringida a los organismos unicelulares. Por el contrario, más bien parece tratarse de una propiedad general, y pudiera encontrarse particularmente desarrollada en las células nerviosas. Hay datos que indican, por ejemplo, que las vesículas que contienen el neurotransmisor se fijan de manera

reversible a algunos elementos del citoesqueleto en las terminales sinápticas de las neuronas, pudiendo así desligarse temporalmente de ellos para quedar disponibles y vaciarse al espacio extracelular durante la transmisión de las señales nerviosas.

Por último, la tercera premisa del modelo de Penrose y Hameroff es que un sustrato microanatómico con un elevado nivel de organización intrínseca, como son el citoesqueleto y sobre todo las redes de los llamados *microtúbulos*, posee características únicas idealmente apropiadas para el procesamiento cuántico de información por el sistema nervioso. A fin de comprender los principios operativos de este modelo es necesario considerar brevemente cómo está constituido el citoesqueleto neuronal, ya que en éste reside el meollo de la hipótesis que aquí revisamos.

En párrafos anteriores se mencionó que el citoesqueleto provee soporte estructural y un andamiaje para el traslado dirigido de partículas y organelos intracelulares (figura 2). Los componentes de todo citoesqueleto son principalmente filamentos de dos distintos calibres (6 y 10 nm) y microtúbulos, esto es, largos cilindros huecos con un diámetro externo (24 nm) mayor que cualquiera de los filamentos. El *quid* de la cuestión para el asunto que nos ocupa estriba en la exquisita estructura supramolecular de los microtúbulos (figura 3). Su pared consta de 13 *protofilamentos* longitudinales dispuestos en paralelo, para constituir un arreglo cilíndrico con un espacio libre central (14 nm de diámetro). Cada protofilamento es a su vez una sucesión o cadena de dos proteínas muy similares entre sí, conocidas como *tubulina* α y *tubulina* β, asociadas como parejas consecutivas. La disposición progresivamente desfasada de estas moléculas de tubulina en protofilamentos adyacentes constituye una celosía helicoidal, cuyos extremos no son equivalentes, por lo que los microtúbulos poseen una bipolaridad estructural intrínseca semejante a la que se encuentra en los tornillos o los resortes metálicos. Las parejas de tubulinas pueden ensamblarse y desensamblarse (*polimerizar* y *despolimerizar*) en forma dinámica, pero el ensamblaje ocurre siempre de manera preferencial en uno de los dos extremos.

La abundancia y distribución de los componentes del citoesqueleto varía mucho según el tipo de célula de que se trate. En las neuronas y sus prolongaciones los microtúbulos se hallan dispuestos típicamente en paralelo, e interconectados por medio de vínculos radiales consistentes en proteínas asociadas (conocidas como "MAPs" [así llamadas por las iniciales de su nombre en inglés] *microtubule-*

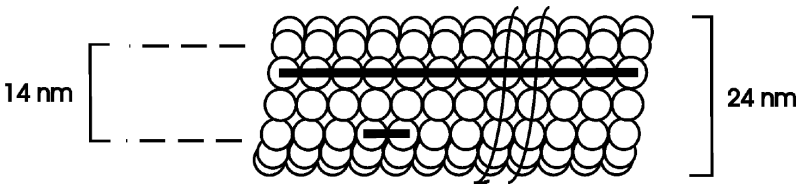


FIGURA 3. Fragmento de un microtúbulo. La pared de los microtúbulos está constituida por dos tipos de moléculas de tubulina asociadas como parejas (una de éstas se señala con la barra corta), que a su vez se encadenan en series longitudinales para formar "protofilamentos" (uno de los cuales se indica con la barra larga). Cada microtúbulo consta de 13 protofilamentos dispuestos en una configuración cilíndrica y ligeramente desfasados entre sí, de manera que la posición de las moléculas de tubulina sigue un orden helicoidal (líneas curvas) alrededor de la cavidad central.

associated proteins; véase la figura 2B). Enlaces similares permiten también la formación de asociaciones firmes con la membrana plasmática y con vesículas u otros organelos internos.

En opinión de Hameroff y Penrose, estas características hacen a los microtúbulos candidatos muy propicios para servir como la base de un poderoso mecanismo de procesamiento de información. Los microtúbulos funcionarían como integradores longitudinales de información transitoria, la cual sería además modulada o comunicada transversalmente entre ellos a través de los vínculos radiales (MAPS) que los interconectan. Esta red intracelular de microtúbulos y MAPS constituiría el primer nivel de una jerarquía de redes funcionales en el sistema nervioso, donde las redes neuronales de diversos órdenes representarían los niveles superiores.

"EXCITACIÓN" DE MICROTÚBULOS

La entrada de información a tal mecanismo de procesamiento intracelular pudiera ocurrir entonces de la siguiente manera. La excitación eléctrica en la membrana plasmática de una neurona induciría, sea por medio de las MAPS o directamente como resultado de los movimientos de iones a través de canales activados (véase arriba), un pequeño cambio transitorio en la forma tridimensional de algunas moléculas de tubulina en los microtúbulos cercanos. En virtud de estos cambios conformacionales reversibles, que son comunes en muchas proteínas, cada microtúbulo afectado tendría en un momen-

to dado una fracción de sus moléculas de tubulina modificadas desde una cierta conformación A (apagada o basal) hasta otra conformación B (encendida o excitada). Dado que en principio dicho cambio de estado pudiera inducir o facilitar a su vez transiciones iguales en las tubulinas de protofilamentos adyacentes, el número de tubulinas "excitadas" tendería quizás a aumentar, conduciendo así posiblemente a la formación de patrones dinámicos de "excitación" en la pared del microtúbulo correspondiente.

Además de extenderse o desplazarse a lo largo de microtúbulos específicos bajo la influencia de los impulsos nerviosos conducidos por la membrana plasmática de una neurona, los patrones dinámicos de excitación de tubulinas se comunicarían también radialmente por medio de las MAPs hacia los microtúbulos vecinos, contribuyendo así a la generación de patrones colectivos de excitación propagados a través del citoesqueleto neuronal como si éste fuera una especie de sistema neural dentro de la célula.

La distribución de moléculas de tubulina en dos estados distintos dentro de la población intracelular de microtúbulos representaría entonces información binaria comunicable, haciendo del citoesqueleto de cada neurona una diminuta computadora con un rendimiento increíblemente elevado. La capacidad informática del cerebro humano basada en la configuración más simple de este modelo ha sido calculada en aproximadamente 10^{23} *bits* por segundo, mientras que los mecanismos convencionales con impulsos eléctricos y sinapsis arrojan una cifra total de tan sólo 10^{16} *bits* por segundo. Este segundo nivel de operación sería por supuesto menos favorable que el primero para dar cuenta de una facultad tan delicada como es la conciencia.

Sin embargo, la sola capacidad de cómputo no basta para explicar el carácter emergente de la conciencia, porque según Penrose y Hameroff ésta es esencialmente no-computable. Es decir, la simple concatenación de operaciones algorítmicas, por veloz que pueda ser, nunca bastará para que el sistema que las ejecuta se vuelva consciente de sí mismo. Para esto se presta mejor una consideración de la sobreposición coherente de estados cuánticos en macromoléculas biológicas que sería posible en un sistema de esta naturaleza.

COHERENCIA CUÁNTICA EN MICROTÚBULOS

La idea de que quizás el fenómeno de la conciencia pudiera estar conectado con procesos cuánticos ha surgido de manera recurrente durante los últimos 50 años, a partir de analogías generales de la dualidad mente-cerebro con el doble aspecto onda-partícula de los constituyentes de los átomos. La propuesta de que los microtúbulos son candidatos ideales para la ocurrencia de tales procesos cuánticos es pues sólo la versión más reciente de una tradición sostenida ya a lo largo de varias décadas. Una explicación completa de cómo operaría este mecanismo requiere de una comprensión al menos elemental de algunos conceptos de física de partículas y funciones de onda. En el siguiente capítulo se examinarán algunos detalles de estas misteriosas interacciones cuánticas. Los párrafos que siguen pretenden únicamente brindar un puente entre la biología y la física que intervienen en este modelo de conciencia.

En su forma más sencilla, la hipótesis supone que los cambios conformacionales en las moléculas de tubulina antes mencionados pueden implicar traslocaciones de electrones entre distintos orbitales o niveles de energía dentro de sus átomos constitutivos. Dado que los electrones sólo pueden ocupar determinados niveles discretos de energía dentro de un átomo, los movimientos electrónicos resultantes del cambio conformacional en la molécula deberían ser forzosamente a manera de saltos entre esos distintos niveles de energía. En términos de física atómica, la "excitación" de las moléculas de tubulina consistiría en, o estaría acompañada por, transiciones cuánticas de electrones en los átomos involucrados. Puesto que el cambio de conformación molecular sería idéntico en cada tubulina "excitada", las tubulinas que componen la población de microtúbulos en una neurona activa se encontrarían distribuidas en un momento dado en dos estados cuánticos diferentes. Todas las tubulinas en cada uno de estos dos estados compartirían un mismo nivel de energía, es decir, existiría entre ellas coherencia cuántica.

En caso de que se diera este fenómeno, la coherencia cuántica entre tubulinas se vería muy favorecida por la estructura peculiar de los microtúbulos y de las formaciones que éstos constituyen. La perfecta geometría cilíndrica de cada uno de ellos, el arreglo helicoidal casi cristalino de las moléculas de tubulina que constituyen su pared, y su agrupación en paralelo con otros microtúbulos afianzada por la interconexión a través de MAPs, representan un ordenamiento global

especialmente apropiado para promover una cooperatividad de largo alcance entre macromoléculas. Por otra parte, en vista de la gran regularidad en la colocación de tubulinas en la pared de un microtúbulo, puede estimarse que la cara interna de esta pared ofrece una superficie con propiedades aptas para una estructuración altamente ordenada de moléculas de agua en la cavidad central. El interior del microtúbulo podría estar así ocupado por una varilla de agua estructurada, semejante a una fibra de hielo perfectamente cristalina. Un dispositivo de este tipo tiene la propiedad de fomentar la conversión de energía azarosa o desordenada en energía coherente, y prestarse (como las fibras ópticas) para una transmisión longitudinal muy eficiente. Dicha transmisión se vería además muy favorecida por la estructura tubular misma, que ofrece un elevado grado de aislamiento en su interior, con la consiguiente eliminación de ruido proveniente del azaroso entorno inmediato.

Así pues, en principio cada microtúbulo podría ser capaz de "sintonizar" sin dificultad en un mismo estado cuántico moléculas de tubulina situadas a lo largo de cientos de micras sobre su propia pared. Los vínculos laterales entre microtúbulos vecinos servirían a su vez para promover la coherencia cuántica a través del citoesqueleto entero de una neurona. Luego, la actividad simultánea o concurrente de numerosas neuronas sinérgicas en los tractos nerviosos, así como en redes neurales específicas, contribuiría también a incrementar la coherencia cuántica entre moléculas de tubulina ubicadas en diferentes regiones del encéfalo.

Por consiguiente, la dinámica cuántica de las tubulinas en los microtúbulos pudiera estar acoplada en vastas zonas del cerebro, y esta sobreposición de estados coherentes originados en los microtúbulos se manifestaría como una dinámica cuántica macroscópica que ayudaría quizás a explicar la unidad de la conciencia y del pensamiento a través del tiempo. Penrose y Hameroff han sugerido que cuando la sobreposición creciente de coherencia cuántica excede cierto nivel (en función de los valores de tiempo, masa y energía implicados) se produce un colapso espontáneo o "reducción objetiva" de dicha coherencia debido a la propia gravedad cuántica del sistema. Este colapso de coherencia cuántica en la pared de un microtúbulo constituiría el elemento unitario de la experiencia consciente, y el colapso o "reducción objetiva orquestada" de la coherencia cuántica general daría lugar al surgimiento perceptible de la conciencia.

RESERVAS

No obstante el atractivo intrínseco de toda teoría realmente novedosa y sugestiva, diferente por completo de otras explicaciones rivales, el modelo cuántico de la conciencia debe tomarse por ahora tan sólo como una hipótesis en construcción. De hecho, aun así ha sido ya objeto de críticas acerbas a cargo de otros expertos en la materia (Grush y Churchland, 1995), mismas que desde luego no han quedado sin respuesta (Penrose y Hameroff, 1995). Una de las dificultades centrales que enfrenta este modelo deriva de que se basa en una física también incipiente –la mecánica cuántica en macromoléculas biológicas–, que en buena medida se encuentra aún por desarrollar. Pero cedamos ahora la palabra a un físico bien versado en mecánica cuántica para explicarnos con mayor detalle esta clase de problemas en el mundo submicroscópico.

BIBLIOGRAFÍA

Grush, R. y P. S. Churchland, "Gaps in Penrose's toilings", en *J. Consciousness Studies* 2, 1995, pp. 10-29.

Hameroff, S. R., "Quantum coherence in microtubules: A neural basis for emergent consciousness?", en *J. Consciousness Studies* 1, 1994, pp. 91-118.

Hameroff, S. y R. Penrose, "Conscious events as orchestrated space-time selections", en *J. Consciousness Studies* 3, 1996, pp. 36-53.

Hameroff, S. R. y R. C. Watt, "Information processing in microtubules", en *J. Theor. Biol.* 98, 1982, pp. 549-561.

Hameroff, S. R., S. A. Smith y R. C. Watt, "Automaton model of dynamic organization in microtubules", en *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 466, 1986, pp. 949-952.

Kandel, E. R., J. H. Schwartz y T. M. Jessell, *Essentials of Neural Science and Behavior,* Stanford, Appleton - Lange, 1995.

Penrose, R., *The Emperor's New Mind*, Oxford, Oxford University Press, 1989.

———, *Shadows of the Mind C A search for the missing science of consciousness,* Oxford, Oxford University Press, 1994.

———, "Mechanisms, microtubules and the mind", en *J. Consciousness Studies* 1, 1994, pp. 241-249.

Penrose, R. y S. Hameroff, "What 'gaps'? Reply to Grush and Churchland", en *J. Consciousness Studies* 2, 1995, pp. 98-111.

Ramón y Cajal, S., *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados:*

Estudios sobre el plan estructural y composición histológica de los centros nerviosos, adicionados de consideraciones fisiológicas fundadas en los nuevos descubrimientos, Madrid, Nicolás Moya, 2 vols. (1899-1904).

Real Academia Española (2001/2004), *Diccionario de la Lengua Española*, 22a. edición.

NOTA: Una buena parte de los artículos científicos que discuten este modelo, junto con otros que proponen hipótesis y alternativas sobre el asunto, se publican en el *Journal of Consciousness Studies*. Existen dos volúmenes de revisiones en español acerca de los temas contenidos en esta revista entre 1994 y 2003. Aunque se trata de una edición privada, los ejemplares fueron distribuidos en diversas bibliotecas académicas, donde los lectores interesados podrán encontrarlos. Los datos son los siguientes: García Hernández, O.M., V. Alemán Alemán, G. Delhumeau Arrecillas y O.C. Ramírez Toledano, *Estudios acerca de la conciencia. Selección de temas publicados en el* Journal of Consciousness Studies, México, 2 vols. (2005, 2007).

LA CONCIENCIA SEGÚN PENROSE Y HAMEROFF

JORGE FLORES VALDÉS

Trataremos en este artículo de resumir los argumentos que presenta el gran físico y matemático Roger Penrose en su libro *Shadows of the Mind* (Vintage, 1995) para explicar la conciencia. Estos argumentos son controversiales y muchas polémicas se han desatado alrededor de ellos. Este libro podría ser uno de los más importantes del siglo XX, o bien un intento fallido más para entender el complicado fenómeno de la conciencia.

En esencia, el argumento de Penrose se puede dividir en dos partes. En la primera, se busca demostrar que la actividad mental no puede reducirse a la computación; debemos salirnos de ésta para explicar la conciencia. En la segunda, Penrose propone una acción física, relevante a la acción del cerebro y que esté fuera de la computación.

Cuando se analiza la relación entre conciencia y computación pueden adoptarse cuatro puntos de vista: *a*) todo pensamiento se reduce a cómputo; *b*) la conciencia proviene de alguna acción física del cerebro y cualquier acción física puede simularse en una computadora; *c*) la acción física del cerebro provoca la conciencia, pero esta acción física *no* se puede simular, y *d*) la conciencia no puede explicarse científicamente.

La opción *c*) es la que Penrose acepta, y la adopta en su forma fuerte. La forma débil sería que la ciencia requerida no puede simularse en una computadora (en contra de lo que afirma Wolfram en su reciente libro *A New Kind of Science*), pero se encuentra en la física que conocemos. Por otro lado, en su forma fuerte, la opción *c*) supone que la ciencia necesaria se encuentra fuera de la física de hoy.

Para demostrar que entender es diferente a computar y usando el teorema de Gödel, Penrose presenta argumentos que no son todavía del todo convincentes. Bástenos aquí presentar un ejemplo –tomado del ajedrez–, el cual muestra que computar y entender son dos cosas distintas.

Como se ve en el esquema del tablero, las blancas están en des-

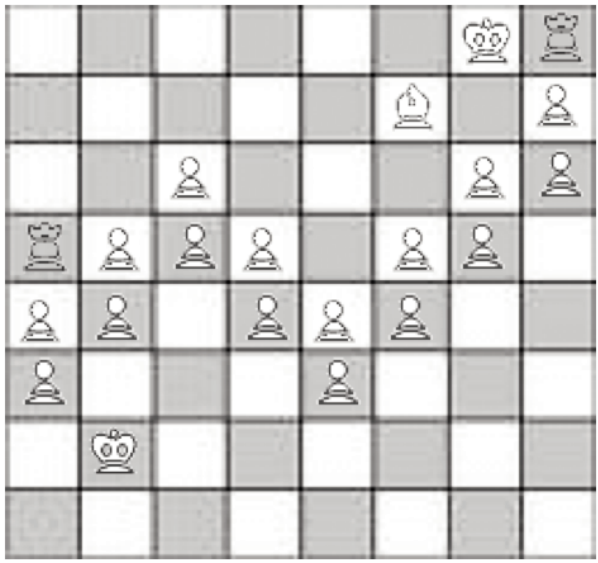


FIGURA 1. Un arreglo inexpugnable de peones blancos.

ventaja, con dos torres y un alfil menos que las negras. Un jugador experto se da cuenta de inmediato que el arreglo de peones blancos es inexpugnable, por lo que el rey blanco debe sólo deambular y nunca será vencido. Sin embargo, la poderosa computadora *Deep Thought*, que había vencido a grandes maestros, hizo que el peón blanco se comiera a la torre, destruyendo así la barrera de peones y ¡las blancas perdieron!

En todo caso, según Penrose, hay *no-computatividad* en la conciencia.

Vayamos ahora a la segunda parte del argumento.

Como la conocemos hoy, la física tiene dos niveles, uno cuántico y otro clásico. El cuántico se rige por la ecuación de Schrödinger, ecuación lineal, determinista y computable. En el nivel clásico reinan las ecuaciones de Newton, que definen la mecánica clásica, las de Maxwell, que mandan en el electromagnetismo, y las de Einstein en las teorías de la relatividad y la gravitación. La física clásica es determinista pero debido a la presencia del caos, podría no ser computable.

La mecánica cuántica es determinista siempre y cuando nos quedemos en su nivel. Sin embargo, al realizar una medición en un siste-

ma microscópico, se magnifica el evento cuántico para llevarlo a nivel humano, al nivel clásico. Así aparecen los elementos probabilísticos en la física cuántica, se introduce la estocasticidad y en mucho deja de ser intuitiva. Técnicamente, este proceso se conoce como la reducción de la función de onda.

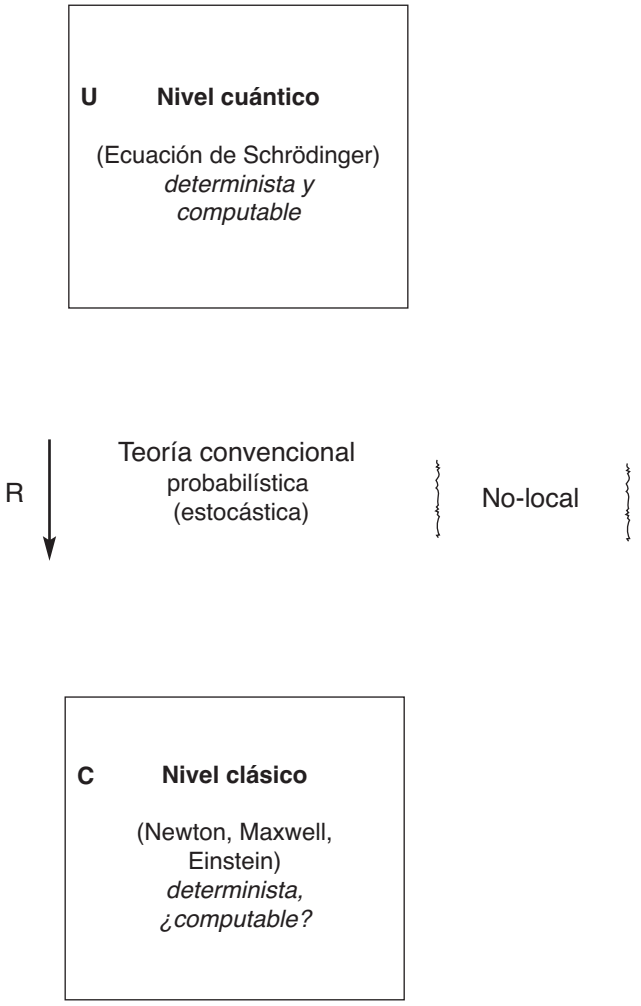


FIGURA 2. Las leyes básicas de la física como las conocemos hoy.

Esquemáticamente, Penrose presenta lo anterior como en la figura 2. La mecánica cuántica es determinista mientras nos quedemos en la caja de arriba. Los elementos probabilísticos surgen cuando se va del cuadro U al cuadro C, y se introduce la estocasticidad, indicada por la letra R, de reducción de la función de onda. Aquí emerge la no-localidad.

Tomemos dos eventos, A y no-A. En el nivel clásico sólo uno o el otro pueden ocurrir. Empero, en el nivel cuántico ambos estados pueden superponerse y hay una probabilidad diferente de que ambos ocurran simultáneamente. Por eso, ir del mundo clásico al cuántico es difícil.

Un ejemplo de lo anterior es el gato de Schrödinger. Si nos olvidamos del gato vivo o muerto en este experimento pensado, podemos referirnos a la figura 3, en donde un sistema puede estar en el estado A o en el B. Dependiendo de un proceso aleatorio, A puede ir a B. La superposición de los dos estados es inestable y puede decaer en A o en B. Aunque éste es un experimento pensado, se han realizado ya experimentos reales donde se detectan estos estados, llamados de gato. Tales estados, simplemente, existen en la naturaleza.

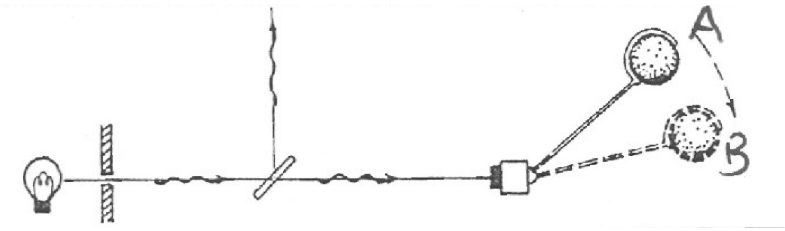


FIGURA 3. Para entender los estados de gato de Schrödinger.

De aquí, Penrose deduce que R es tan sólo una aproximación y que debe ser cambiada por una nueva teoría, que el llama OR, por *objetive reduction*, reducción objetiva. Tal teoría tiene naturaleza no-local, por lo que probablemente sea un fenómeno gravitacional.

Según la relatividad general distintas masas alteran el espacio tiempo en forma diferente. Para ir de A a B se requiere una energía gravitacional E y el tiempo de decaimiento T es entonces del orden de $/E$, donde es la constante de Planck h dividida por 2π. Sin embargo, las masas no están aisladas de su entorno, sino que están, como

dicen los físicos cuánticos, enredadas con él. En la mayoría de los casos, el entorno azaroso causa el colapso de la función de onda y el efecto gravitatorio es despreciable. Como el entorno es azaroso, este colapso es del tipo R. Empero, si se puede aislar al sistema de su entorno y se desenreda del ambiente puede darse la OR y la gravedad cuántica hace su aparición. Se plantea, pues, una nueva física para la frontera entre la mecánica cuántica y la clásica.

En este punto, Penrose liga a la conciencia con el universo físico y sus leyes. El fenómeno de la conciencia ocurre si un sistema organizado en forma apropiada puede desarrollar y mantener una superposición coherente de estados hasta que un umbral –dictado por la gravedad cuántica– produce la reducción del sistema. Ésta es la OR. En el proceso de pensamiento consciente hay no-computatividad. En R el proceso es al azar y no se da la no-computatividad necesaria para la conciencia. Por otro lado, tal propiedad sí la tiene OR, con el fenómeno cuántico de autorreducción. Empero, la OR requiere una larga colección de partículas, para que se pueda forman un estado cuántico, coherente y macroscópico, aislado de su ambiente ruidoso hasta que la reducción espontánea de la función de onda ocurra. Si esto no fuera así, se daría R que no es no-computable. Desde luego, para explicar la conciencia se necesitan cascadas sucesivas de OR, que mantengan un flujo constante de aquélla.

Penrose enuncia entonces la suposición básica: OR *es de carácter gravitacional.*

La gravedad, aunque muy débil, no puede despreciarse: desempeña un papel único en la física. Es la única que influye en la relación causa-efecto entre eventos espacio-temporales. Además, no tiene realidad local, pues puede eliminarse con un cambio de sistema de referencia. Puesto que es capaz de influir en las reglas mismas de la mecánica cuántica, pequeñas diferencias en el espacio tiempo pueden producir efectos grandes. Por ello es un candidato especial para producir la OR.

Busca entonces Penrose –y aquí la colaboración con el neurocientífico Stuart Hameroff se hace evidente– estructuras cerebrales que sean cruciales para la conciencia. Es preciso que estas estructuras tengan mucha presencia e importancia funcional, pues de otro modo no se daría la superposición cuántica coherente, y la OR en consecuencia no existiría. Tales estructuras deben ser capaces de aislarse temporalmente del exterior y estar acopladas funcionalmente a eventos cuánticos. Las estructuras deben ser periódicas con orden de

largo alcance y servir como una onda guía, tal vez en forma de tubo. Deben también ser capaces de procesar información.

Penrose y Hameroff proponen que esas estructuras, que parecen satisfacer todos estos requisitos, son los microtúbulos, organelos subcelulares presentes en todas las células y particularmente abundantes en las neuronas. Cada microtúbulo es un arreglo cuasi-cristalino de unidades de proteínas llamadas tubulinas, y ofrece por consiguiente un sustrato idóneo para la superposición coherente de estados cuánticos.

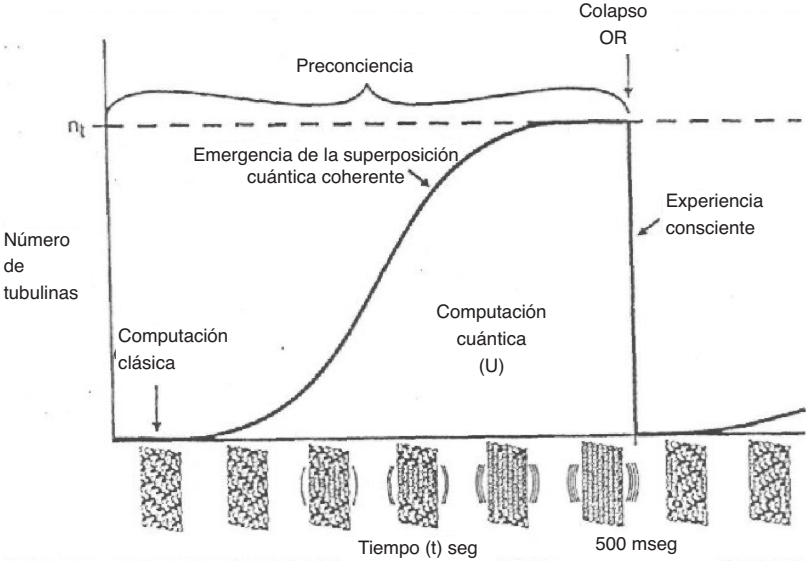


FIGURA 4. Número de tubulinas con respecto al tiempo.

Por último, los autores justifican la existencia de la OR gravitacional, con la figura 4, donde se ve el número de tubulinas respecto del tiempo. El área bajo la curva conecta las diferencias de energía con el tiempo de colapso. El número de una idea esquemática de la coherencia cuántica. Al llegar a un cierto umbral n_t se produce el colapso y se da la experiencia consciente. Es el grado de superposición coherente de diferentes geometrías del espacio tiempo lo que lleva a una abrupta reducción cuántica a clásica. El tiempo de procesamiento, lo que dura la etapa de preconciencia, es del orden de 500 milisegundos, que coincide con lo estimado para una OR gravitacional, dando alguna fuerza a los argumentos de Penrose y Hameroff.

LOS TRES MUNDOS DE POPPER Y LOS TRES DE LACAN
CRÍTICA PSICOANALÍTICA DEL "PROBLEMA MENTE-CUERPO"

NÉSTOR A. BRAUNSTEIN

Comenzaremos por destacar un rasgo negativo en el título: no se dice en él "los tres *mundos*" de Lacan. Hay, en cambio, una tácita y velada referencia a una "salida" (*boutade*) casi humorística de Lacan cuando, al final de su vida, creyó necesario dibujar una frontera entre su pensamiento y el de Freud: "Mis tres no son los tres de Freud." Este *Witz* de Lacan indica que las tres instancias provinciales de lo psíquico reconocidas por Freud: el ello, el yo y el superyó, no eran los tres registros promovidos por Lacan: lo real, lo simbólico y lo imaginario. Podría haber dicho ese día el psicoanalista francés, con igual razón, según veremos: "los tres mundos de Popper no son mis tres."

Esclarecer las diferencias entre las concepciones de los dos autores –ya llegará el momento de exponerlas– permitirá excavar en la novedad radical que el psicoanálisis representa para el pensamiento contemporáneo sobre el problema de lo "mental". Habrá que tener en cuenta eso que se presenta y pretende imponerse como lo más avanzado en el campo de la filosofía, lo "serio" por excelencia, que es la idea de fundamentar la "mente" en el funcionamiento del cerebro. Si podemos, querríamos también dar cuenta hoy mismo de la afirmación lacaniana que se oye como presuntuosa, la de haber creado, con el nudo borromeo, "la única filosofía que se sostiene".

Propondré como epígrafe de esta exposición una anécdota que el propio sir Karl R. Popper atribuye, en una nota al pie de página de su autobiografía, al niño Bertrand Russell y de la cual no he podido encontrar aún la fuente original. Se trata de un diálogo absolutamente intraducible entre el niño y su abuela, ancestro femenino que, como sabemos, fue un personaje decisivo en el desarrollo intelectual de "Bertie" (1872-1970).

El niño: —*What is mind?*
La abuela: —*No matter.*

El niño: —*And, what is matter?*
La abuela: —*Never mind.*

Mind y *matter* y los modos de salir del círculo vicioso formado por ellas (ellas, la mente y la materia) serán puntos de referencia para comprender lo que el psicoanálisis podría decir en el debate en que está inmersa una buena parte de la filosofía del siglo XXI. Para ello nos proponemos pasar por la distinción entre la tríada de Popper y la tríada de Lacan, poniendo al día nuestras nociones sobre el reiterativo problema de las relaciones mente-cuerpo, sobre el estado actual de la sempiterna cuestión y sobre la conveniencia para la filosofía de tener en cuenta a "los tres de Lacan" para salir del turbio asunto en el que se estanca desde hace siglos, pagando su cuota de anemia y paludismo.

Bien se sabe que se han sustentado en torno a la cuestión mente-cuerpo, en el interior de la filosofía misma, tanto una fuerte corriente de "pesimismo" como unas creencias "optimistas" que rozan el delirio. Quizás quien mejor pudo formular la trascendencia que revestía "el problema mente-cuerpo" para la filosofía fue Schopenhauer (1788-1860) cuando utilizó, posiblemente creyendo que era una metáfora, la expresión "nudo del mundo" para referirse a lo que él veía como el insoluble enigma de la relación entre lo mental y lo corporal. Es curioso que haya dicho "nudo" y no "el problema crucial" o "el mayor de los problemas". ¿Un nudo gordiano a cortar de tajo? ¿Un "nudo" olímpico o un "nudo" borromeo – que no son nudos sino cadenas pues se trata, en ambos casos, de tres aros enlazados? (véase figura 1, p. 117).

No es éste el momento de plantear los antecedentes del dualismo mente-cuerpo, de ver cuáles son las palabras que en Platón y Aristóteles, o en Confucio y Chuang Tzu (en los textos de los antiguos filósofos chinos el "problema" jamás fue planteado) o en Plotino y san Agustín pueden encontrarse como equivalentes de cada uno de esos dos términos. De Descartes, quien expuso el problema en sus términos "modernos", sobrará con recordar que la relación fue planteada como oposición entre una *res cogitans* y una *res extensa* que tenían un punto de articulación en algún lugar del cerebro, concretamente, en la glándula pineal. Y completar la referencia agregando que, a partir de las dos sustancias cartesianas, se jugó el previsible ballet de las figuras contrapuestas: el monismo materialista (no hay sino el cuerpo), el monismo idealista (no hay sino la mente), el

dualismo (hay de los dos), el dualismo con equivalencia, con predominio del uno sobre la otra y viceversa, con paralelismo, con interaccionismo, con emergentismo (generalmente para afirmar que la mente "emerge" de lo corporal), etc. O, más cerca de nuestros días, negar que exista la mente como sustancia (y también que exista el cuerpo mismo como sustancia) mas afirmando que ambos son conjuntos de "procesos" a los que, por conveniencia del lenguaje, sustancializamos. De allí, un paso más adelante, se afirma que es sólo por medio del lenguaje como pueden formularse proposiciones supuestamente válidas tanto para el cuerpo como para la mente. No habremos de extrañarnos cuando oigamos al propio sir Karl Popper (1902-1994) decir que Descartes se equivocó por muy poco y que, centímetro más, centímetro menos, bien pudo el francés haber intuido que el sitio del encuentro entre sus dos sustancias no era la epífisis sino el centro del lenguaje, la famosa tercera circunvolución frontal de Broca, descubierta en la segunda mitad del XIX.

Sobre ese tablero en el que se enfrentan las blancas del alma y las negras del cuerpo con pocas alternativas disponibles (más próximo al juego de damas que al ajedrez) se llenan volúmenes en donde la cantidad de páginas rivaliza con el aburrimiento y donde el esfuerzo de los autores es recompensado con la vanidad de las respuestas. En la primera mitad del XX, siguiendo a Mach y a su *Análisis de las sensaciones,* parecía que la "victoria" sería de los mentalistas porque al mundo sólo podríamos conocerlo por nuestros procesos de pensamiento, única cosa de la que estaríamos seguros. La dominación mentalista era continuada, después de la primera guerra mundial, por el positivismo lógico con el estudio de las proposiciones del lenguaje, único "material" capaz de dar cuenta de los hechos empíricos. A partir de 1949, tras la publicación del libro de Ryle, *El concepto de lo mental*, los términos son redefinidos, se encuentra ahora a "lo mental" (para no decir "la mente") como una predisposición a la conducta (un "conductismo lógico") y se pasa a privilegiar la conducta material y, con ella, a su órgano de integración, el cerebro, un antiguo aunque algo olvidado protagonista en este *pas de deux*, tan, pero tan antiguo que ya podríamos reconocerlo en el milenario Alcmeón de Crotona quien, con un garrotazo en la cabeza, desmayó a un caballo y dedujo que el alma residía en el cerebro. Desde 1949 hasta ahora la iniciativa corresponde a la estrecha alianza de los filósofos con los neurofisiólogos, con los psicólogos cognoscitivistas y con los estudiosos de la "inteligencia artificial". Estos últimos propugnan la

asimilación del modelo neurológico con el cibernético y pretenden resolver los enigmas de la relación mente-cuerpo como si se tratara de los vínculos que existen entre el soporte material de una computadora y las operaciones que ella es capaz de realizar, afirmando que se puede pasar de las segundas al primero y, por lo tanto, recuperando la idea de un reduccionismo materialista.

Es éste quizás el momento de incluir una primera referencia al psicoanálisis. Bien es sabido que ni Freud ni Lacan pudieron haber hablado jamás de "la mente" pues ésa es una palabra que, como sustantivo, no existe ni en alemán ni en francés. Por eso también es vano buscar el concepto de "mente" en Wittgenstein o en Heidegger, en Bergson o en Sartre. Y por eso también es que la palabra y las elucubraciones en torno a ella pululan en ingleses, estadunidenses y hasta en españoles e italianos. Con lo que ya vamos aprendiendo una lección y es la dependencia que la idea de "mente" tiene con las áreas lingüísticas, no las cerebrales sino las geográficas, aun cuando se pudiera decir que fue un francés quien puso el problema en el centro de la filosofía. Pero, a no olvidarlo, un francés hijo de jesuitas que escribía en latín. Y en latín la "mente" no sólo tiene carta de ciudadanía; tiene en esa lengua también su fe de nacimiento. En su derivado viviente más directo, el italiano, llega la "mente" latina a ser asimilada a la memoria, tanto que "olvidar" se dice *dimenticare*. Vemos despuntar claramente la significación de la "mente": no es tanto un concepto apto para cubrir el campo de lo psíquico sino más bien el término apropiado para especializarse en la conciencia y, especialmente, en las actividades cognoscitivas, a diferencia de otras instancias más etéreas vigentes en la tradición filosófica como el espíritu y el alma, que guardan con escasa vergüenza sus relentes metafísicos y religiosos.

Tal como dijimos hace un instante, las prerrogativas y la voz cantante del terreno "mental" corresponden hoy en día a los "fisicalistas" que sueñan con una futura fisiología que permitirá comprender lo "mental" a partir de lo "cerebral" y que desdeñan a los "espiritualistas" retrógrados imbuidos de un pensamiento que tiene, según ellos, consonancias trascendentales, seudocientíficas, poco distinguibles del mero charlatanismo. Ello no obsta para que, de todos modos, en el interior del propio campo de los reduccionistas, las batallas sean enconadas.

Tenemos por una parte a los más radicales, los "identitarios", partidarios de una suerte de traducción directa, pues sostienen que a cada proceso mental corresponde un correlato absoluto en el cerebro que le es idéntico (*type-identity theory* o materialismo reductivo de

J. J. C. Smart, un australiano hoy octogenario y David Armstrong, otro australiano de la misma generación. El proyecto de su ciencia es el de desvelar y exponer "objetivamente" los procesos cerebrales que pueden encontrarse detrás de fenómenos como el dolor físico, la angustia, el sentimiento amoroso o la creencia religiosa, de forma de transitar los senderos de pasaje desde nuestro incierto vocabulario actual, mentalista, a un futuro vocabulario neurofisiológico. Así como "agua" pasa a ser H_2O y "luz" a "radiaciones electromagnéticas", así el "odio" podrá decirse en términos de las zonas cerebrales y de los procesos químicos involucrados en él.

No mucho menos radicales son los "eliminativistas" como los epistemólogos Paul Feyerabend (1924-1994), famoso y muy combatido por todos sus colegas después de publicar su libro *Contra el método*, y Richard Rorty [n. 1931], crítico también él de las teorías tradicionales del conocimiento, un autor que sacudió a los filósofos publicando en 1979 *La filosofía y el espejo de la naturaleza*. Para ellos, nuestro palabrerío psicológico es un resabio de nuestra propia ignorancia. Si hablamos de pensamientos, sentimientos, intuiciones, recuerdos, es porque no hemos encontrado todavía los términos físicos que corresponden a esas vagas palabras. El vocabulario mentalista es una superstición por disipar. Con la investigación científica se llegará a la conclusión de que son espectros sedimentados en el lenguaje, carentes de correlatos "objetivos" y cuantificables, por lo que acabarán por ser "eliminados". Son restos desechables de edades oscuras, tales como las palabras "flogisto" o "brujas", que quedarán en la prehistoria. ¿"Creencias", "deseos", "convicciones"? ¡Eso es *folk psychology*!

Más moderados se ven los "funcionalistas" (como Donald Davidson estadunidense, [n. 1917], autor de un influyente libro sobre los *Acontecimientos mentales*). En su concepción, existen distintos modos en que los conceptos relacionados con la mente pueden encontrar sus bases orgánicas, diferentes tipos funcionales de relación entre el cerebro y el entendimiento. Prestándoles una imagen que los funcionalistas no usan, para ilustrar su postura en oposición a las dos ya mencionadas, podemos nosotros "pensar" –¿qué querrá eso decir?– en la imagen de una fuga en la "cabeza" de Bach, la escritura del músico en un trozo de papel pautado, la interpretación de esa escritura que pasa por la "cabeza" y por las manos de una clavecinista, el registro grabado y digitalizado de esa música en un soporte material que llamamos disco compacto, la "lectura" de esa "materia" por un rayo láser y la escucha que hacemos los oyentes en nuestra casa. Así,

lo "mental" resulta definido por una serie de relaciones que involucran a diferentes acontecimientos cerebrales y la comprensión de los mismos tendrá que ver con el procesamiento diferencial que se presta a cada uno de estos "estados funcionales".

Ya hemos hecho referencia a los "artificialistas" que confían en que el desarrollo de la cibernética permitirá dar modelos cada vez más perfectos de ese sistema complicado pero, en última instancia, reducible a modos de procesar la información (*input*) y de responder a los problemas planteados (*output*) que es el cerebro. El nacimiento de este modo de pensar la mente es universalmente reconocido como dependiente de la obra del inglés Alan Turing (1912-1954). También los "artificialistas" tienen a sus promotores radicales, quienes sostienen que las máquinas tienen capacidad de organizar a la información no sólo en términos sintácticos sino también semánticos. Para ellos, no hay nada en las capacidades del cerebro que no pueda, ahora o en el futuro, ser realizado por una computadora. Los menos entusiastas dicen que los robots son capaces de sintaxis pero no de semántica, que pueden calcular, que pueden incluso traducir, pero que no pueden entender lo que significa el producto de su actividad. Los hay más escépticos aún, los que dicen que eso ni siquiera es sintaxis porque sólo hay sintaxis para una mente que es capaz de interpretar el resultado y de integrarlo dentro de un proyecto, cosa que escapa a la computadora. John R. Searle [n. 1932], filósofo del habla (autor de *Actos de habla* y de *El redescubrimiento de la mente*) es el crítico más violento de las pretensiones de los defensores de la inteligencia artificial.

Citemos, por último, a los "emergentistas", herederos de la antigua tradición del siglo XVIII cuando los pensadores "materialistas" (p. ej., Cabanis, 1802) sostenían que "el cerebro segrega los pensamientos como el hígado la bilis". Los procesos mentales, en esta forma del reduccionismo, "emanan" o "emergen" de la actividad del cerebro aunque no pueden confundirse con ella. Son un producto que se puede apreciar como resultado de una historia filogenética y ontogenética que lleva desde modos inferiores a modos superiores de conocimiento. Darwinismo, epistemología genética y un cierto modo de "estructuralismo" (el de Piaget) se conjugan aquí.

Después de describir el paisaje dominante en la academia filosófica y científica de nuestros días debemos reconocer sin rubor el lugar de nuestro ancestro psicoanalítico en este campo. Bien sabemos que esta ideología científico-natural y este proyecto de reducir lo "men-

tal" (palabra, hay que reiterarlo, no usada por él) a lo fisicoquímico estaba en el horizonte de Freud. No sólo por haberse formado en la severa disciplina del laboratorio decimonónico como un consumado experimentalista, sino también porque, por su propia elección, siguió ¡durante tres años y medio!, a título de materia optativa, los cursos de Brentano en los que sostenía el carácter intencional de la conciencia. Y sabemos también de su primer intento metapsicológico que era, en realidad, cripto-, meta- o mito- biológico y que se llamó, mal que les pese a sus traductores, *Proyecto de una psicología para neurólogos*. El *Proyecto* estaba basado en la idea de fundar la ciencia de la psique sobre la conjunción de la histología nerviosa con la termodinámica. Y no se nos escapa el recuerdo de la obstinada y reiterada afirmación de que el psicoanálisis formaba parte de la ciencia natural porque no podía dársele ninguna otra adscripción. Había también en Freud un extraño optimismo que le llevaba a creer que sus teorías eran transitorias en relación con futuros descubrimientos fisiológicos, a partir de los cuales sería posible entender las vicisitudes de la libido como procesos operantes en ciertos sustratos químicos aún desconocidos. Abrigaba la esperanza de que los modos de tratamiento por la palabra, psicoanálisis incluido, acabarían por ceder su lugar a sustancias químicas que se desarrollarían en los laboratorios y que permitirían un modo de acceso más directo y efectivo a los trastornos "mentales".

Aún sin la palabra "mente", propia de latinos y anglosajones, no faltaban a la disposición de Freud los variados vocablos de la filosofía de su tiempo, procedentes de distintas tradiciones lingüísticas y filosóficas que le permitían exponer su pensamiento pero que, a la vez, lo gravaban onerosamente. Destaquemos incluso que no se privó él mismo de hacer su curiosa aportación en medio de ese abundante almacén de nociones metafísicas. Desde la antigua y hermosa concepción de "psique" de los griegos, a su traducción al latín como "alma" y al alemán como *Seele* (*soul*, en inglés) que, en el camino de la historia, fue cargándose con las resonancias sustancialistas de la teología patrística, él, Freud, el médico vienés familiarizado con sistemas y aparatos, hace de ella un "aparato del alma" (*seelisches Apparat*), con lo cual "eso que siente, piensa y quiere" es asimilado a un "aparato" como el digestivo o el respiratorio, o a otra clase de aparatos, como microscopios o teléfonos.

Es tal vez por la tendencia a pensar en términos de "aparato" que Freud tiene una intuición que lo distingue de los filósofos. Al margen

de que busquen "localizaciones" en neuronas o en áreas cerebrales, ellos consideran que los procesos mentales son temporales y no espaciales. Lo que llamamos creencias, estados de ánimo, pensamientos, etc., son fenómenos "inextensos" y eso los distingue, de Descartes en adelante, de lo que sucede en el cuerpo. Pero Freud intuyó y se dedicó a desarrollar la idea de que la mente es espacial. Lo dijo explícitamente en una reunión de la Sociedad Psicoanalítica de Viena (el 8 de enero de 1911): "Si los filósofos consideran que los conceptos de tiempo y espacio son las formas necesarias de nuestro pensamiento, una presciencia nos dice que el individuo domina el mundo por medio de dos sistemas, uno de los cuales funciona sólo en términos de tiempo y el otro únicamente en términos de espacio." Y en el final de su vida (22 de agosto de 1938): "La espacialidad acaso sea la proyección del carácter extenso del psiquismo. Ninguna otra derivación es verosímil. En lugar de las condiciones *a priori* de Kant, nuestro aparato psíquico. Psique es extensa. Nada sabe de eso." Por eso es que la concepción freudiana de lo psíquico es siempre la de una tópica del alma. Asistimos, a lo largo de la vida de Freud, a una constante rectificación de modelos espaciales que intentan dar cuenta por medio de esquemas y dibujos de su concepción de aquello del alma que parece escapar a la visión. En verdad, no se trata de una idea extravagante. Y no porque se recurra necesariamente a la imagen de un cerebro funcionando o a la del *hardware* de una computadora, sino porque el modelo bien pudiera ser el de un libro, el de inscripciones, el de pasajes de un sistema de inscripciones a otro, el de traducciones, el del funcionamiento de un aparato cuyas marcas son significantes, trazos, escrituras, en una palabra, lenguaje, que consonaría con la afirmación lacaniana de que "el inconsciente está [es] estructurado como un lenguaje" y que llevaría también a Lacan a dedicar casi los últimos 20 años de su vida a la topología. Subrayemos esta idea del psicoanálisis que lo distingue de la filosofía: el carácter espacial de lo que para esta última es "lo mental". No estaría de más recordar que si éste es el modelo, él no deja de tener relación con una de las imágenes más difundidas de la filosofía y la psicología occidentales: la "tabula rasa" de Aristóteles y su progresiva cobertura por marcas e inscripciones. Recordemos también que ese modelo está en el fundamento del recurso freudiano a la analogía de los procesos de memoria y de conciencia como inscripciones y borraduras en el "bloc mágico" (1925).

Retengamos pues de Freud estos rasgos: su profesión de fe natu-

ralista, sus esperanzas reduccionistas, su preocupación topológica que culmina en la proposición que Lacan designa como "los tres de Freud" (yo, ello y superyó) y la intuición de que el aparato psíquico es de naturaleza espacial.

Volvamos ahora al campo de la filosofía en busca de soluciones alternativas al aburrido contrapunto a dos voces del cuerpo y la mente. Podemos decir que fue Gottlob Frege (1848-1925), fundador de la moderna lógica matemática, quien inició un movimiento de ruptura. Él señaló la necesidad de distinguir *tres* "reinos"; el *primero*, el de las "ideas", que son las propiedades privadas de los individuos y podrían integrarse a las tantas representaciones hechas acerca de la "mente"; el *segundo*, que es el de los "objetos materiales" incluyendo tanto al cuerpo como a los cuerpos, esto es, a lo exterior, y un *tercer* reino, el de los "pensamientos", tomados éstos como entidades abstractas, capaces de existir independientemente de los cuerpos y las mentes.

Wittgenstein, a quien podemos considerar como un discípulo heterodoxo de Frege, no se incluye dentro de las respuestas dualistas de un modo directo, pero indirectamente lo hace al destacar la oposición entre lo interno y lo externo. ¿Cuál es la diferencia entre los binarios *cuerpo-mente* e *interno-externo*? La primera oposición habla en términos de sustancias o de procesos, la segunda en términos topográficos. Y como de inmediato se plantea la cuestión de que lo interno del otro funciona como externo para uno, se abre el problema del tipo de relación que sostienen las conexiones internas con las externas. Wittgenstein tendría que acordar con Lacan en que la solución debe pasar por bandas de Moebius, por toros anudados, por botellas de Klein y planos proyectivos, no por dualismos simplificadores.

Este pasaje por Frege puede servirnos de puente para llegar a "los tres de Popper". Sir Karl R. Popper, figura señera de la epistemología del siglo XX (*La lógica del descubrimiento científico. Conjeturas y refutaciones*), importante pensador de la política desde una perspectiva liberal (*Miseria del historicismo*, *La sociedad abierta y sus enemigos*) sostenía, como es bien sabido, que el psicoanálisis era un semblante de ciencia, una seudociencia, pues sus postulados no podían ser demostrados como falsos mediante ninguna experiencia y, por lo tanto, carecían del requisito esencial, el de ser "infirmable", para toda afirmación que se pretendiese como científica. En tanto que filósofo de la ciencia, Popper se veía atraído por el problema de cómo es posible el conocimiento, es decir, de cómo la mente puede aprender

y tener un saber válido acerca de algo que no es ella misma, es decir, acerca del mundo. Y, también, cómo era posible que, estando volcada hacia el mundo, pudiese conocer algo válido acerca de sí misma. Problema clásico, eje de nuestra investigación de hoy, de la relación "mente-cuerpo". Este "problema" inquietaba al pensador austriaco que llegó a ser noble de Inglaterra e imaginó una solución hacia la década de 1930 pero no se "atrevió" (según su palabra) a darla a conocer sino hasta 1966 cuando, con el aval de un célebre neurólogo, John Eccles, publicó un libro firmado por ambos con el título *El Yo y su cerebro*. La "atrevida" tesis postula que no hay dos sino tres "mundos" (la metáfora, como la de los "reinos" de Frege, no es aclarada). Con esa tesis se sale del dualismo para entrar en el "pluralismo" y en la "interacción". Existen, para Popper,

el mundo 1, el mundo de los objetos físicos que incluye a los objetos materiales, objetos de la experiencia y, entre ellos, también al cuerpo humano y a su cerebro;
el mundo 2, que es el de la mente y su actividad intencional, es decir, orientada hacia algo, y
el mundo 3, el mundo del conocimiento objetivo, constituido por los productos de la mente humana.

Popper ha dado varias versiones de su tesis de "los tres mundos", la más amena en su autobiografía *The Unended Quest*, pero los términos con que la expresa son los mismos a lo largo de más de 25 años. De hecho, es alrededor de la versión definitiva de unas conferencias impartidas en la Universidad de Emory, publicadas por primera vez en el año de su muerte, a la edad de 92 años, que se abate su pluma.

Debemos comenzar por reconocer el avance que representa su posición en relación con todas las corrientes salidas del dualismo a las que ya nos hemos referido. Popper saca el debate de los términos individualistas planteados desde Descartes y enfoca sus reflectores sobre algo que nos parece obvio: que el "cuerpo" y la "mente" no funcionan en un vacío sino en un universo de lenguaje y en una cultura incluyente de otros seres humanos que actúan como modeladores de las "mentes". Lo esencial, para Popper es que en ese mundo hay "saberes" (*knowledge*) que tienen vigencia, que son el efecto de una historia y de una tradición y que estos saberes tienen un lugar decisivo. La importancia conferida a este "mundo 3" de los productos de la mente se aprecia en tanto que Popper le reconoce una "prioridad",

al afirmar que ese nuevo mundo existe ya prefigurado antes de la llegada al mundo de cada ser humano, una "autonomía", es decir, que es independiente del desarrollo de las mentes individuales, y una "supremacía" por cuanto las mentes y, a través de ellas, los cuerpos, son puestos a funcionar. Popper parece intimidado por la osadía de su propuesta; dice que la idea de este mundo 3 es algo "muy abstruso", difícil de entender, y que este "mundo" representa "una gran ventaja biológica" para la especie.

Es interesante ver lo que Popper incluye y lo que no incluye en la idea sobre el conjunto de los "productos de la mente" pues allí podremos ver sus prejuicios racionalistas tanto como lo que pierde por no tener en cuenta al psicoanálisis. Lo que él considera como *knowledge* es siempre lo acorde con la razón, la razón de Popper, claro está. Figuran los problemas y los argumentos, las teorías, los conceptos, las obras realizadas que muestran la aplicación de esos elementos racionales y llega a incluir también al arte. Pero en ningún caso menciona que entre tales productos de la mente humana pueden figurar también los mitos, las religiones, las creencias animistas y, ni siquiera, las leyes. Sin embargo, es bien sabido que estos elementos, que de acuerdo con su concepción son también "productos de la mente humana", gozan de la función de configurar a "las mentes" y de esa prioridad, autonomía y supremacía que gustosamente atribuye a los elementos que considera como propios del mundo 3. En la exposición de Popper se establece que el mundo 3 no puede actuar sobre el mundo 1 si no es pasando por la mente de alguien, es decir, por el mundo 2. Por ejemplo, el *bulldozer*, materialización de ese mundo 3, no puede apisonar la tierra si no es a través de un proyecto y de una manipulación que pertenecen ambos al mundo 2. Para decirlo en términos topológicos a los que Popper jamás recurre: que los mundos 3, 2 y 1 están anudados de manera "olímpica", es decir que no hay nunca relación directa entre 1 y 3. Son como los anillos emblemáticos de los juegos olímpicos donde hay dos aros que están en los extremos y uno o más aros intermedios que se relacionan, cada uno, con el que está a su izquierda y con el que está a su derecha. Por otra parte, los tres mundos de Popper no se anudan ni se designan de modo indiferente sino de modo jerárquico dada la anterioridad, la autonomía y la dominancia del "mundo 3".

Otra característica de la hipótesis de los tres mundos –¿se planteó Popper la cuestión de su irrefutabilidad, de que no habría ninguna experiencia que pudiese demostrar su falsedad?– es la del progreso

constante del mundo 3. En su propuesta campea la esperanza iluminista de una superación permanente del conocimiento por medio, precisamente, de la sucesión de "conjeturas y refutaciones" que van llevando de grados menores a mayores de conocimiento, con un desplazamiento perpetuo e inacabable de la ignorancia por el saber. En el fondo esto es coherente con la defensa popperiana del evolucionismo darwiniano, una defensa ambigua, pues al darwinismo también le afecta –Popper mismo lo dice– la mácula de la irrefutabilidad de sus aserciones y el carácter de petición de principio de sus argumentos: si un organismo sobrevive es porque es más apto y así se prueba que los más aptos sobreviven. Aplicado a la esfera de las ideas: si una teoría triunfa y sobrevive es porque es la mejor. Si no fuese la mejor no habría sobrevivido.

Para los conocedores de la teoría psicoanalítica de Jacques Lacan (1901-1981) el atrevimiento de Popper de 1966 encierra muy poco de novedad. Ya desde 1953 Lacan había planteado la distinción entre tres "registros" de la experiencia, el de lo real, el de lo imaginario y el de lo simbólico. Con respecto a este último había mostrado su consustancialidad con el funcionamiento de la palabra y con el campo del lenguaje. Este registro de lo simbólico tenía, para el psicoanalista francés y al principio de su enseñanza, la característica de ser "autónomo" y de ejercer una "supremacía", además de ser anterior y exterior a la existencia singular. Cuando el niño nace está ya rodeado por el símbolo. "El hombre habla, sí, pero es porque el símbolo lo ha hecho hombre" (1953), etc. Lo imaginario, es decir la reflexión que cada uno puede hacer, como en un espejo, de su propio ser, de su cuerpo, de su pensamiento, de sus fantasías, de lo que considera como "propio", es un efecto de esta preformación o prefiguración del lugar del sujeto en lo simbólico. Lo imaginario de Lacan es, en la primera parte de su enseñanza (1953-1966), inducido por lo simbólico. Y lo real es aquello existente ontológicamente, el espacio donde las cosas ocurren y que la palabra nombra a la vez que, al nombrarlo, traslada eso real a una existencia diferente, posibilitando así la oposición tradicional entre "las palabras y las cosas". Lo real lacaniano es también eso que se produce fatalmente sin que nadie pueda impedirlo, lo que siempre vuelve al mismo lugar, lo que nunca podrá ser reabsorbido por la palabra sin dejar un saldo indecible. Lo real no es tan sólo lo existente como materia metafísica, como objeto material, sino también las leyes que hacen que lo que sucede no pueda no suceder, que no deje nunca de no escribirse.

Es fácil apresurarse ahora y decir que el mundo 3 de Popper es el de lo simbólico, el mundo 2 es el de lo imaginario y el mundo 1 es el de lo real y que las concepciones de Popper y de Lacan son superponibles y recíprocamente sustituibles. Es tan fácil como inexacto pues, una vez notada la semejanza deben resaltar al mismo tiempo las diferencias.

El primer modelo lacaniano de los tres registros puede ilustrarse con un simple recurso al mecanismo del espejo. Está por un lado un espacio *real*, del lado de acá; por otro lado, un espacio *virtual*, del lado de allá y, en medio, un elemento de la industria humana, un instrumento (que puede ser también una superficie de líquido como la que cautivó al joven Narciso), que permite que los otros dos espacios se constituyan como un dispositivo en el que se duplican punto por punto. Lacan no tardó en señalar que la superficie del cristal corresponde al Otro, al mundo del lenguaje que permite que la experiencia especular sólo sea accesible a los seres que hablan y en tanto que ellos hablan. Es el lugar donde lo que hay en el espacio real puede "ser visto" como "correspondiente" al espacio inexistente (virtual) que se extiende del otro lado del espejo. En ese sentido, la experiencia del espejo depende del Otro del lenguaje que permite el fenómeno de la "reflexión", en los dos sentidos de esta palabra.

La "mente", en tanto que estructura subjetiva, es un efecto del pasaje de cada ser humano por un estadio del espejo en el que aprende a reconocerse en un espacio donde no es ni está. Ésta es la principal razón, más allá de la consideración lingüística ya indicada, por la que en el vocabulario lacaniano no aparece la palabra "mente" y tampoco ninguna de las otras varias voces entre las cuales oscilaba Freud. ¿Y qué viene, lacanianamiente, a ese lugar? Simplemente, el *sujeto*, es decir eso que se produce como consecuencia del anudamiento de lo imaginario, lo simbólico y lo real. La "mente" en la conceptualización lacaniana es –al igual que el "yo" y el "sí mismo" de la psicología vulgar– nada más que un fantasma. Es el fantasma propio de cada uno de creer ser uno y el mismo a lo largo de su vida, algo que es asegurado tan sólo por la persistencia del nombre propio, es decir de la inscripción en lo simbólico que se recibió al nacer.

Lo real lacaniano no puede equipararse al popperiano mundo 1 de los objetos materiales pues es, según ya hemos dicho, eso que siempre vuelve a su lugar, lo imposible de abarcar en lo imaginario y en lo simbólico, lo traumático en tanto que incomprensible, la pérdida del goce que es inherente a la condición sexuada de los hablantes.

Lo real es lo inevitable y, en ese sentido, puede ser asimilado a la idea del destino o de los dioses y a lo angustiante de la existencia. Lo real es la muerte y el conocimiento que tenemos de ella, un concepto que no podría caber en el mundo 1, entendido como poblado por objetos materiales.

Lo simbólico de Lacan no son "los productos de la mente humana" tal como los define Popper cuando habla de su mundo 3, precisamente por esos elementos que el filósofo austroinglés no incluye, todo eso que a él le parece "irracional" y que incluye también a lo más racional que hay en el mundo como es el caso de las leyes escritas del derecho positivo. Y, por cierto, él no podría incluir en su mundo 3 a la Ley no escrita de las culturas humanas que es la Ley de prohibición del incesto. Los elementos "negativos", las leyes del derecho positivo y, con mayor razón, las supersticiones, la tradición, las inconmovibles creencias en otra cosa distinta de lo que indica la razón de apariencia científica, no aparecen jamás mencionadas entre los elementos de los que Popper afirma la condición de "productos de la mente".

Lacan al principio hablaba de la supremacía y de la anterioridad de lo simbólico y del carácter secundario de lo imaginario. Después de 1966, año en que publica sus *Escritos* y, casualmente, año de la primera publicación de la tesis de los "tres mundos" de Popper, empieza a cuestionar esa primacía de lo simbólico y lo real alcanza para él una importancia decisiva que anteriormente no le concedía. Pero luego, a partir de 1972-1973, su concepción de los tres registros cambia y atribuye a cada uno de los tres una consistencia y una incompletud que les es propia. Ninguno es concebible sin los otros dos y está fuera de lugar cualquier intento de fijar una primacía o una supremacía. Ninguno está asentado sobre otro, ninguno tiene privilegio alguno. El sujeto resulta de su anudamiento y para dar cuenta de ese anudamiento "encuentra" un modelo en el escudo de armas de la familia Borromeo de Milán que es un encadenamiento de tres aros en el cual la ruptura de uno cualquiera de esos tres aros implica que los otros dos quedan libres. El enlace de los tres depende por igual de los tres. A diferencia del nudo (o cadena) olímpica donde hay un aro central y dos a los costados, aquí es inconcebible la presencia de un elemento que no esté vinculado a los otros dos y la ligazón de dos cualesquiera de ellos depende del tercero. El nudo borromeo es así, para Lacan, la estructura misma del sujeto. ¿Será éste el célebre "nudo del mundo", caro a Schopenhauer?

"Los tres de Lacan" no son, pues, "los tres mundos de Popper". Los tres de Lacan son efecto de su nominación y pueden reducirse a sus iniciales: I, S, R. Lo único que los distingue formalmente es el nombre; sería imposible numerarlos como llevan números los tres de Popper. Cada uno de los tres de Lacan es diferente del que parecería ser su equivalente en la numeración popperiana. Además, el modo de anudamiento y, por ende, la relación que guardan entre sí son diferentes:

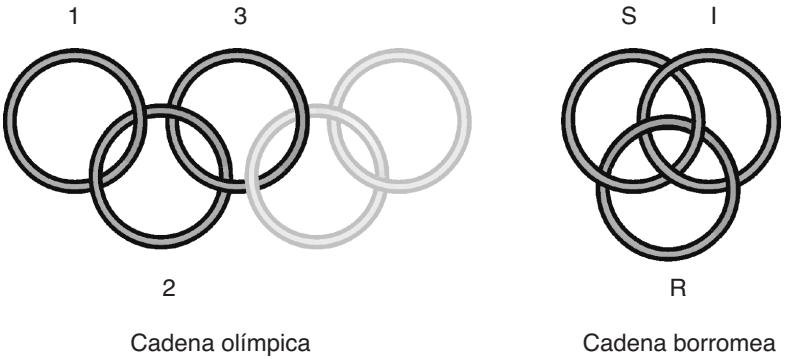


FIGURA 1. Cadenas con diferentes modos de anudamiento.

Al oponerlos bajo la metáfora de los tres mundos, Popper necesita mostrar a renglón seguido cómo se relacionan entre sí. No es casual que en 1966, cuando Popper se "anima" a difundir su convicción, se hablaba a toda hora del Primero, del Segundo y del Tercer Mundo, que hubiese conferencias de los países de cada uno de los tres y que hubiese momentos de encuentro entre los tres en las Naciones Unidas. Por eso el libro con las conferencias de Emory, dedicado a este tema, lleva como subtítulo *En defensa del interaccionismo*. Lacan no tiene ninguna preocupación de ese orden. Lo propio del sujeto es, desde un principio y simultáneamente, real, imaginario y simbólico. La distinción opositiva entre los registros, al igual que la clásica distinción mente-cuerpo, carece de sentido y esa carencia no se remedia cuando se agrega un tercer "reino" o "mundo" para romper el dilema.

Hay una discusión en marcha entre los psicoanalistas lacanianos acerca de la utilidad de la topología borromea para dar cuenta de los

modos de organización clínica de los sujetos. La idea, avanzada por Lacan, potencialmente fecunda, de que un error de anudamiento entre los registros requiere de elementos complementarios para mantener a la estructura en su lugar y para no asistir a la disolución subjetiva cuyo paradigma es la psicosis, es arduamente debatida. Lacan trató de ilustrar estos defectos de anudamiento recurriendo al caso del escritor James Joyce. Aventuró la idea de que un cuarto nudo era necesario para subsanar un defecto en la integración de lo imaginario a lo simbólico y a lo real. Su demostración, en cuanto a ese caso en particular, dista de ser convincente, pero el proyecto de dar cuenta topológicamente de la estructura del sujeto, más allá de la infinita proliferación de las circunstancias clínicas, partiendo de lo que se descubre en el gabinete del psicoanalista, merece ser continuada. Popper no estaría en desacuerdo puesto que se trata de una conjetura que tiene en cuenta los elementos positivos de la clínica y que se abre a eventuales refutaciones.

Para resumir: no hay buenas respuestas para preguntas mal formuladas. Los callejones sin salida en donde acaban las respuestas al problema nodal de las relaciones entre la mente y el cuerpo son el resultado de la postulación inadecuada de tales dos "sustancias" y la aporía no desaparece cuando se dice que no son sustancias sino "procesos". Popper, con su hipótesis de los tres mundos, planteando la objetividad de lo simbólico, muestra que se puede soñar (*songer*) con una vía de escape. Sin embargo, al no denunciar los falsos términos del problema, sigue encerrado en él. En algún momento el propio Lacan se arriesgó a proponer una tercera sustancia para romper los muros del encierro. Fue en 1973, en su seminario XX, cuando dijo que esa "tercera sustancia" era la "sustancia gozante", esto es, el cuerpo como cuerpo erótico, desconocido por toda la filosofía occidental, una flagrante ausencia que sólo Nietzsche se había atrevido a denunciar. De todos modos, la salida que Lacan proponía no pasaba por una tercera sustancia, pues es en ese mismo año y seminario donde encontramos la formulación clara de la topología del sujeto como una cuestión de espacios diferenciados y abordables desde el nudo borromeo. Los seminarios que siguieron hasta su muerte se centraron en esta investigación del anudamiento de los tres registros.

Podemos ahora volver al problema "mente-cuerpo" y a la actual fascinación de científicos y filósofos con una eventual solución del dilema mediante los previsibles desarrollos de las neurociencias. El presupuesto epistemológico de esta ilusión es, lisa y llanamente, el

del positivismo. No es la hora de regresar a las críticas, a los modelos positivistas tradicionales. Yendo al grano, el problema es que sólo se consideran "hechos", materia digna de la consideración científica, a los elementos positivos. Se desconoce el aporte epistemológico fundamental que deriva de los planteamientos hechos por F. de Saussure en la lingüística y que posibilitaron el camino lacaniano: la lengua no es un conjunto de hechos positivos sino un sistema de diferencias, es decir, de negatividades. Un signo sólo se define por su lugar en un sistema de signos, por no ser ninguno de los demás. El "hecho" del signo es una falta. El signo, cada signo, es ese "menos uno" dentro del conjunto que es la lengua.

Arriesgando el equívoco y a modo de provocación digamos que la epistemología de las ciencias del signo, a diferencia de las ciencias naturales, es "negativista". Ser "negativista" en epistemología es subrayar el carácter constituyente de las diferencias diacríticas para poder entender, a partir de ellas, los hechos positivos. Es sólo desde el negativismo, no desde el positivismo, como pueden encararse los problemas del sujeto. Cuando Lacan, y tras él el psicoanálisis, dice "sujeto" está tomando el partido de un "negativismo" en relación con las propuestas "positivistas" sobre la mente y el cuerpo.

Es el psicoanálisis respondiendo a la *unended quest*.

AUTORES

VÍCTOR MANUEL ALCARAZ ROMERO

Psicólogo, UNAM, 1966, doctor en Psicología, Universidad de París, 1974. Es profesor titular C de tiempo completo en la Facultad de Psicología de la Universidad Veracruzana. Realiza investigación en la adquisición del lenguaje y estudia los correlatos cerebrales del habla y en general de las conductas complejas. Entre sus obras destacan *El condicionamiento de los sistemas internos de respuesta*, México, Trillas, 1979; *La función de síntesis del lenguaje*, Trillas, México, 1980; *Análisis conductual. Aplicaciones a las ciencias biomédicas*, México, Trillas, 1980; *Drogas y conducta*, México, Trillas, 1983; *Daño cerebral: Diagnóstico y tratamiento*, México, Trillas, 1987; *Las aportaciones mexicanas a la psicología: la perspectiva de la investigación*, UNAM, UdG, 1998; *Estructura y función del sistema nervioso*, México, Manual Moderno, 2001; *Una mirada múltiple sobre el lenguaje*, UdG, México, 2000; *Texto de neurociencias cognitivas*, México, Manual Moderno, 2001.

JOSÉ LUIS DÍAZ

Médico cirujano, UNAM, 1967. Es investigador titular C de tiempo completo en el Instituto de Neurobiología de la UNAM y profesor en el Instituto de Neurobiología y en el Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina en el posgrado de la Facultad de Medicina de la UNAM. Investiga en el campo de la psicobiología (psicofisiología y psicofarmacología), la naturaleza de la conciencia, el problema mente-cuerpo, la epistemología y la ciencia cognitiva. Entre sus obras destacan: *Psicobiología y conducta: rutas de una indagación*, México, Fondo de Cultura Económica, 1989; *El ábaco, la lira y la rosa. Las regiones del conocimiento*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997; "El retorno de la conciencia", en *Biología de la mente*, México, El Colegio Nacional / Fondo de Cultura Económica, 1998.

RUY PÉREZ TAMAYO

Médico cirujano, UNAM, doctor en Filosofía (inmunología), IPN. Profesor emérito y jefe del Departamento de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina, UNAM. Investiga en el campo de los mecanismos moleculares de la amibiasis y de la cirrosis hepática, usando modelos experimentales y técnicas bioquímicas, inmunológicas y morfológicas. Entre sus obras destacan: *El concepto de enfermedad*, México, UNAM / Fondo de Cultura Económica / El Colegio Nacional, 1988; *En busca de la morfostasis. Ensayo de una autobiografía científica*, México, El Colegio Nacional, 2001; *Ética médica laica*, México, El Colegio Nacional / Fondo de Cultura Económica, 2002.

EUGENIO FRIXIONE

Doctor en Ciencias, especialidad Neurociencias, Cinvestav, 1979. Ha sido investigador titular en el Departamento de Biología Celular y en el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav, donde dirigió investigación experimental sobre diversos mecanismos de motilidad celular entre 1981 y 2004. A partir de 2005 es miembro de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia del mismo Cinvestav, donde trabaja sobre problemas de historia y prospectiva del conocimiento en biología. Entre sus obras disponibles para el público general destacan: *Máquinas vivientes. ¿Cómo se mueven las células?* (en co-autoría con Isaura Meza), México, Fondo de Cultura Económica, 1996; *De motu proprio. Una historia de la fisiología del movimiento*, México, Siglo XXI Editores, 2000.

JORGE FLORES VALDÉS

Doctorado en física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Investigador emérito del Instituto de Física de la UNAM, del cual fue director. Fundador del Museo Universum y director del Centro de Ciencias Físicas del campus Morelos de la UNAM. Trabaja en física teórica en temas relacionados con el caos cuántico, vibraciones elásticas de sistemas de baja dimensionalidad y análogos clásicos de sistemas cuánticos. Entre sus libros destaca la serie *La gran ilusión*, México, Fondo de Cultura Económica y fue director de 1986 a 1992. Ha publicado además cuatro libros de texto.

NÉSTOR A. BRAUNSTEIN

Doctor en medicina, psiquiatra y psicoanalista. Nacido en Argentina y exiliado en México desde 1974. A partir de ese año profesor en el Posgrado de la Facultad de Psicología de la UNAM. Encargado desde 2005 de una cátedra extraordinaria en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Introductor en México del pensamiento y la enseñanza del psicoanalista francés Jacques Lacan. Director de la primera maestría en psicoanálisis reconocida en México entre 1980 y 2003. Actualmente dedicado a la investigación de la memoria en diferentes disciplinas. Entre sus obras destacan *Psicología: ideología y ciencia* (en colaboración), 1974, 21 ediciones; *Psiquiatría, teoría del sujeto, psicoanálisis (Hacia Lacan*), 1980, 12 ediciones; *Goce*, 1990, seis ediciones; *La Jouissance: un concept lacanien*, París, Point Hors Ligne, 1994 y París, Érès, 2005; *Freudiano y lacaniano*, Buenos Aires, 2004, *Por el camino de Freud*; 2001, *Ficcionario de psicoanálisis*, 2001; *El goce. Un concepto lacaniano*, Buenos Aires, 2006.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN, *por* RUY PÉREZ TAMAYO 7

INTRODUCCIÓN, *por* EUGENIO FRIXIONE 9

LA CONCIENCIA: ESE ESCARABAJO
QUE LOS SERES HUMANOS DICEN TENER DENTRO
por VÍCTOR MANUEL ALCARAZ ROMERO 11

Conciencia icónica humana y reacciones mecánicas en los animales, 11; Los conceptos de *pneuma* y *anima* como definitorios de la vida en la Antigüedad clásica, 13; Emociones, rememoraciones y sueños en los escritos griegos, 17; Los pensamientos: vocecillas escuchadas dentro de nuestra cabeza, 19; Reacciones conscientes e inconscientes, 25; El lenguaje y la conciencia, 27; La aparición de la conciencia de sí, 29; Gradaciones de la conciencia, 33; La desmaterialización del alma y la autorreflexividad, 37; Conciencia y lenguaje, 41; Circuitos neuronales y conciencia, 42; Bibliografía, 45.

EL FUNDAMENTO NERVIOSO Y EL ORIGEN
CONVERGENTE DE LA CONCIENCIA
por JOSÉ LUIS DÍAZ 49

La pirámide neuropsicológica, 49; Emergencia de la conciencia, 54; La disposición global y la brecha explicativa, 57; La dinámica intermodular del cerebro, la coreografía de la parvada y el fundamento nervioso de la conciencia, 61; El modelo biopsicosocial dilucidado: el origen convergente y el efecto divergente de la conciencia, 66; Agradecimientos, 72; Bibliografía, 72.

COMENTARIO AL TRABAJO *HOW MOLECULES MATTER TO MENTAL COMPUTATION* DE PAUL THAGARD *por* RUY PÉREZ TAMAYO 75

UN MODELO CUÁNTICO DE LA CONCIENCIA
por EUGENIO FRIXIONE 81

Introducción, 81; Estructura general de la neurona, 82; Mecanismos neurales convencionales, 85; Bases neurales de la conciencia, según el modelo convencional, 87; Modelo alterno: el citoesqueleto de microtúbulos como

sustrato de la conciencia, 88; Coherencia cuántica en microtúbulos, 92; Reservas, 94; Bibliografía, 95.

LA CONCIENCIA SEGÚN PENROSE Y HAMEROFF
por JORGE FLORES VALDÉS 97

LOS TRES MUNDOS DE POPPER Y LOS TRES DE LACAN.
CRÍTICA PSICOANALÍTICA DEL "PROBLEMA MENTE-CUERPO"
por NÉSTOR A. BRAUNSTEIN 103

AUTORES 121

formación: cecilia pereyra
impreso en productora gráfica
capuchinas 378
col. evolución
57700 estado de méxico
noviembre de 2007